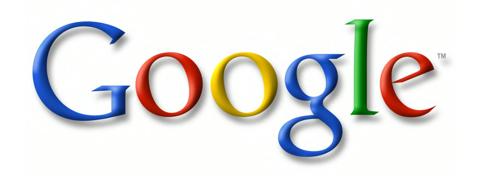
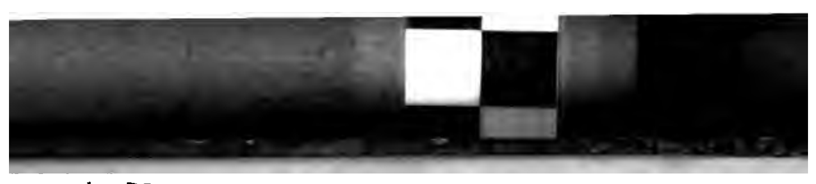
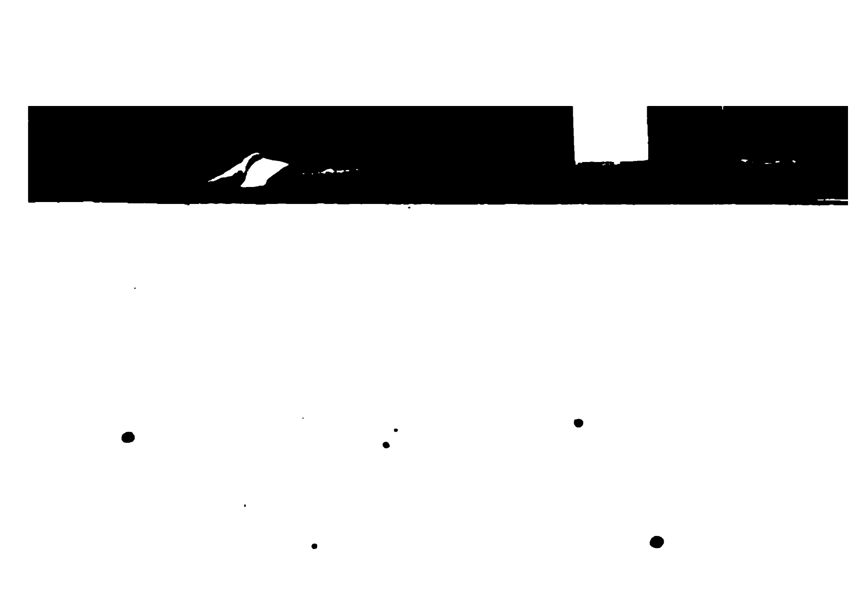








# ANNALEN

DER

# PHYSIK UND CHEMIE.

---

BAND XXXIX.



# ANNALEN

DER

# H Y S I K

UND

# CHEMIE.

---

ZWEITE REIHE.

---

RAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

---

NEUNTER BAND.

---

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

---

LEIPZIG, 1836.

ERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

# ANNALEN
DER
# PHYSIK
UND
# CHEMIE.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

NEUN UND DREISSIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE HUNDERT UND FUNFZEHNTER.

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1836.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

# Inhalt

## des Bandes XXXIX der Annalen der Physik und Chemie.

---

### Erstes Stück.

Seite

I. Ueber die Polarisation der Wärme; von M. Melloni . . 1

II. Ueber die Erklärung verschiedener Erscheinungen des Lichts nach der Wellenlehre. Drei Briefe an Ampère von Cauchy. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 33

III. Ueber die Theorie des Lichts. Fünf Briefe an Libri von Cauchy. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 48

IV. Von den Ursachen der Temperatur des Erdballs; von Poisson. . . . . . . . . . . . . . . . . . . 66

V. Temperatur des Rheins an der Oberfläche und am Boden. 100

VI. Ueber den mikroskopischen Charakter der erdigen und derben Mineralien; von Ehrenberg. . . . . . . . . . 101

VII. Schreiben von F. Rudberg an Alexander v. Humboldt über die Veränderung der magnetischen Inclination und Declination, über Einfluſs des Nordlichts auf diese Erscheinungen und über Temperatur des Bodens. . . . 107

Seite
VIII. Sternschnuppen in Grönland. . . . . . . . . . . . 114
IX. Declinationsbeobachtungen in Irkutzk, und Einflufs eines Erdbebens auf dieselben; von A. Erman. . . . . . . 115
X. Bemerkungen über Grundeis; von J. C. Aycke. . . . 122
XI. Ueber Becquerel's einfachen galvanischen Apparat, der zu Zersetzungen dienlich seyn soll; von F. Mohr. . . . 129
XII. Bemerkungen über Faraday's Hypothese in Betreff der Ursache der Passivität des Eisens in Salpetersäure; von Schönbein. . . . . . . . . . . . . . . . 137
XIII. Ueber salpetersaure Eisenoxydsalze; von Demselben. . 141
XIV. Chemische Untersuchung des Zinnkieses; von J. Kudernatsch. . . . . . . . . . . . . . . . . . 146
XV. Beiträge zur Reduction des Schwefelarseniks; von F. Simon. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 151
XVI. Ueber einen neuen Aether (Kohlensäure-Aether); von Ettling. . . . . . . . . . . . . . . . . . 157
XVII. Untersuchung der Katechusäure und einiger auf deren Kosten gebildeter Stoffe; von L. F. Svanberg. . . . 161
XVIII. Ueber eine neue Verbindung von wasserfreier Schwefelsäure und wasserfreier schwefliger Säure; von Heinrich Rose. . . . . . . . . . . . . . . . . . 173
XIX. Ueber einige Verbindungen einer neuen Säure, bestehend aus Stickstoff, Schwefel und Sauerstoff; von J. Pelouze. 181
XX. Ueber das krystallisirte Kali; von Ph. Walter. . . . 192
XXI. Ueber die Krystallform und Zusammensetzung gewisser sauren Salze und über die Uebereinstimmung beider bei gewissen Oxyden; von E. Mitscherlich. . . . . . . 196
XXII. Joddarstellung in Schottland. . . . . . . . . . . 199
XXIII. Beobachtungen über das Nordlicht vom 18. October dieses Jahres. . . . . . . . . . . . . . . . . . 200
1) Beobachtungen in Berlin, S. 201. — 2) Beobachtungen in Colberg vom Bergrath Senff, S. 203. — 3) Beobachtungen in Königsberg; vom Prof. Bessel, S. 206. — 4) Beobachtungen in Elberfeld vom Prof. Egen, S. 206.

Seite
XXIV. Geographische und physikalische Constanten von Berlin. 215
XXV. Versuche über den Durchgang der chemischen Strahlen des Sonnenspectrums durch verschiedene Mittel; von Mrs. Sommerville. . . . . . . . . . . . . . . . 219
XXVI. Ueber den magnetischen Einfluſs des vom Prof. Feldt zu Braunsberg in Ostpreuſsen am 7. Febr. 1835 beobachteten Nordlichts. . . . . . . . . . . . . . . . . 222
XXVII. Nachtrag zum Aufsatz über den Versteinerungsproceſs; von H. R. Göppert. . . . . . . . . . . . . 222
XXVIII. Notizen. 1) Schaden durch eine Feuerkugel und Preisfrage dieserhalb, S. 223. — 2) Dispersion der Gase, S. 224.

## Zweites Stück.

I. Untersuchungen über die Variationen der magnetischen Intensität in St. Petersburg; von A. T. Kupffer. . . . 225
II. Ueber eine subjective Lichterscheinung; von A. Mousson. 244
III. Bericht an die Academie der Wissenschaften zu Paris über Hrn. Melloni's Versuche in Betreff der strahlenden Wärme; von Biot. (Fortsetzung). . . . . . . . . . . 250
IV. Optische Beobachtung an Boraxkrystallen; von Talbot. . 284
V. Ueber den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle. Erste Abhandlung: Turmalin; von Gustav Rose. . . . . . . . . . . . 285
VI. Fernere Bemerkungen über den Rhodizit; von Demselben. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 321
VII. Krystallform des regulinischen Zinks; von Nöggerath. 323
VIII. Ueber einige Ergänzungsfarben-Phänomene; von G. Suckow 325
IX. Versuch einer Erklärung des Verhaltens der Salpetersäure zu den oxydirbaren Metallen; von A. Mousson. . . . 330
X. Ueber die Unzulänglichkeit der bisherigen Hypothesen über die Passivität des Eisens; von C. F. Schönbein. . . . 342
XI. Neuer Beweis für den chemischen Ursprung der voltaschen Elektricität; von Demselben. . . . . . . . . . . 351

Seite

XII. Beobachtungen über das Sternschnuppen-Phänomen in der Nacht vom 12. auf den 13. November 1836 . . . . 353

1) Beobachtungen auf der Sternwarte zu Berlin, S. 354. — 2) Beobachtungen zu Breslau, von Boguslawski, S. 356. — 3) Beobachtungen zu Frankfurt a. M., vom physikalischen Verein daselbst, S. 357. — 3) Beobachtungen zu Gummersbach, von Schnabel, S. 363.

XIII. Einige Betrachtungen über die Wirkung des Eisenoxydhydrats als Gegengift des Arseniks bei Vegetabilien; von J. T. Simon. . . . . . . . . . . . . . . . . 366

XIV. Ueber die Scheidung des Broms und Jods von Chlor; von G. Osann. . . . . . . . . . . . . . . . . 370

XV. Ueber Aggregatzustände; von M. L. Frankenheim. . 376

XVI. Ueber die Hemmung der Platinwirkung durch Gase; von W. C. Henry. . . . . . . . . . . . . . . . . 385

XVII. Ueber die Eigenschaften der durch Flüssigkeiten fortgepflanzten Elektricitätsströme; von C. Matteucci. . . . 398

XVIII. Beschreibung von Saxton's magneto-elektrischer Maschine. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 401

Clarke's und Ritchie's ähnliche Apparate, S. 404 und S. 406.

XIX. Neue voltasche Batterie und Versuche damit; von N J. Callan. . . . . . . . . . . . . . . . . . 407

Rainey's, Ritchie's und Mullins's magneto-elektrische Versuche.

XX. Versuche mit dem Zitterrochen; von Colladon. . . . 411

XXI. Fernere Beobachtungen über den Sternschnuppenfall in der Nacht vom 12. bis 13. November dieses Jahres. . . 415

## Drittes Stück.

I. Untersuchung über die Variationen der magnetischen Intensität in St. Petersburg; von A. T. Kupffer. (Schluss.) 417

Seite

II. Bericht an die Pariser Academie über Hrn. Melloni's Versuche in Betreff der strahlenden Wärme; von Biot. (Fortsetzung.) . . . . . . . . . . . . . . . . 436
III. Ueber das periodische Meteor vom 13. November; von Biot. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 461
IV. Ueber die natürlichen Farben der Körper; von D. Brewster. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 476
V. Resultate von Versuchen mit dem Zitterrochen; von Matteucci. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 485
VI. Vorläufige Mittheilung der Resultate einer experimentellen Beobachtung über Generatio aequivoca; von F. Schulze. 487
VII. Ueber die Metamorphose des Amylums; von Demselben. 489
VIII. Vergleichende mikroskopische Untersuchung des von Hrn. Longchamp in den Schwefelwässern von Barèges und des von Hrn. Robiquet in den Wässern von Néris aufgefundenen Baregins; von Turpin. . . . . . . . . 493
IX. Ueber die Zusammensetzung der Herbstfäden; von G. J. Mulder. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 498
X. Ueber das Verhalten des Kaliums auf einer Quecksilberfläche; von Demselben. . . . . . . . . . . . . 500
XI. Ueber die Dichtigkeit des Seewassers an verschiedenen Stellen des Oceans; von Demselben. . . . . . . . 507
XII. Ueber einen Moorbruch in der Grafschaft Antrim in Irland; von W. P. Hunter. . . . . . . . . . . . 515
XIII. Ueber ein Mittel, hohe Temperaturen zu schätzen. . . 518
XIV. Notizen. 1) Neue Methode zur Bestimmung der specifischen Wärme der Gase; von Apjohn. S. 522. -- 2) Jürgensen's Uhrthermometer für mittlere Temperatur, S. 524. — 3) Vorkommen des Jods in verschiedenen Mineralien und fern vom Meere wachsenden Pflanzen, S, 526. — 4) Gediegenes Selen und Selenfossilien, S. 526. — 5) Vorkommen von Quecksilber in Frankreich, S. 527. — 6) Laurent's Zerlegungsweise von Silicaten, S. 527.

Seite

## Viertes Stück.

I. Fortsetzung der Untersuchungen über die Gestalt und die Dimensionen des Auges; von C. Krause. . . . . . 529
II. Bericht an die Academie der Wissenschaften zu Paris über Hrn. Melloni's Versuche in Betreff der strahlenden Wärme; von Biot. (Schluſs.) . . . . . . . . . . . . . . 544
III. Untersuchungen über hohe Temperaturen und mehre davon abhängige Erscheinungen; von Pouillet. . . . . . . 567
IV. Akustisches Pyrometer; von Cagniard-Latour und Demonferrand. . . . . . . . . . . . . . . . 580
V. Ueber das Krystallwasser des Natron-Alauns; von Th. Graham. . . . . . . . . . . . . . . . . 582
VI. Notizen. 1) Erscheinungen am Salpeter; von v. Randow, S. 585. — 2) Busolt's Centrifugalmaschine, S. 586. — 3) Höhe der Berge in Griechenland, S. 587. — 4) Höhe der Rocky-Mountains, S. 587. — 5) Höhe der Wolken in den Pyrenäen i. J. 1826, S. 587. — 6) Tiefe des Bohrlochs zu Grenelle, S. 588. — 7) Der in Schottland im Granit erbohrte artesische Brunnen, S. 588. — 8) Nordlicht vom 18. October 1836, S. 588.
Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin, September bis December.

## Nachweis zu den Kupfertafeln.

Taf. I. Ehrenberg, S. 101.
Taf. II. G. Rose, S. 285.
Taf. III. Fig. 1 und 2, Mohr, S. 133, Fig. 3 bis 8, Mousson, S. 244. — Fig. 9 und 10, Talbot, S. 284. — Fig. 11 bis 19, Mousson, S. 330.
Taf. IV. Fig. 1 bis 5, Saxton, S. 401. — Fig. 6 bis 7, Clarke, S. 404. — Fig. 8 bis 13, Callan, S. 407. — Fig. 14, Busolt, S. 587.

*Berichtigung.* Im Aufsatz von Mousson (S. 330) sind die richtigen Nummern der Figuren:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 11. | 12. | 13. | 14. | 15. | 16. | 17. | 18. | 19 |
| *statt:* | 3. | 4. | 5. | 6. | 15. | 16. | 17. | 8. | 9. |

1836. ANNALEN №. 9.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIX.

# I. *Ueber die Polarisation der Wärme; von Hrn. Melloni* [1]).

Vor etwa 25 Jahren gab Bérard in Montpellier an, die Wärme sey der Doppelbrechung und der Polarisation fähig [2]). Seine, in Gegenwart von Berthollet und Dulong wiederholten Versuche wurden von allen Physikern anerkannt, bis gegen das Jahr 1829, wo Hr. Powell einige Zweifel gegen die Richtigkeit der aus ihnen gezogenen Folgerungen erhob, und einige fruchtlose Versuche derselben Gattung, angestellt mit einem ähnlichen Apparat wie Bérard sich zur Polarisation der Wärme durch Reflexion bedient hatte, bekannt machte [3]). Im Jahre 1834 fand ich, dafs die Wärmestrahlen beim Durchgange durch Turmalinplatten, welche das Licht vollständig polarisirten, keine Anzeigen von Polarisation darboten [4]). Nobili, dessen frühzeitigen Tod die Wissenschaft noch tief betrauert [5]), gelangte einige Zeit hernach zu demselben Resultat; er versuchte überdiefs die Wärme durch Reflexion zu polarisiren, allein ohne ein

1) Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser.

2) *Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, T. III p.* 5.

3) *Edinburgh Journ. of Scienc. N. S. Vol. VI et X.* (Annalen, Bd. XXI S. 311.)

4) *Annales de chimie et de physique, T. LV p.* 375. (Annalen, Bd. XXXV S. 553.)

5) Er starb am 19. August 1835 zu Florenz an der Schwindsucht im 51. Jahre seines Lebens. Sein Geburtsort war Transilico im Modenesischen, wo er 1784 das Licht der Welt erblickte. *P.*

genügendes Ergebnifs zu erhalten [1]). Endlich beobachtete Hr. Forbes gegen Ende des J. 1834 Zeichen von Polarisation an der Wärme, die von Turmalinplatten und von Säulen aus dünnen, zweckmäfsig gegen die einfallenden Strahlen geneigten Glimmerblättchen durchgelassen war. Den stärksten Antheil an polarisirter Wärme gab bei diesen Versuchen ein System von Glimmersäulen; und dieser belief sich, wenn Hr. Forbes eine durch eine Weingeistflamme im Glühen unterhaltene Platinspirale anwandte, auf 40 Procent; allein derselbe sank auf 17 und 6 Procent herab, als er dieselben Säulen auf die Wärme eines durch siedendes Quecksilber oder siedendes Wasser erhitzten Gefäfses wirken liefs [2]).

Die Wärmestrahlen aus Quellen von verschiedener Temperatur sind in Bezug auf die strahlende Wärme das, was die Lichtstrahlen von verschiedener Farbe beim Lichte sind. Bekanntlich werden aber diese Lichtstrahlen durch ein und dasselbe polarisirende System gleich gut polarisirt. Die Versuche des Hrn. Forbes schienen also in dieser Beziehung einen sehr bemerkenswerthen Unterschied zwischen den Polarisationsgesetzen der Wärme und denen des Lichtes anzudeuten.

Werden nun die Wärmestrahlen wirklich polarisirt? Werden sie es alle gleich gut und vollständig? Das sind die Fragen, die ich in dieser Abhandlung zu beantworten beabsichtige. Zugleich werde ich suchen, die mehr oder minder hervortretenden Widersprüche zwischen den Resultaten der eben angeführten Beobachter zu erklären.

Das Instrument, dessen ich mich bei diesen Untersuchungen beständig bediente, war ein vortrefflicher Thermomultiplicator, verfertigt von Hrn. Gourjon. Um eine Vorstellung von seiner Empfindlichkeit zu geben, brau-

1) *Bibliothèque universelle de Genève, T. LVII p.* 1. (Annalen, Bd. XXXVI S. 531.)

2) *Transact. of the R. Society of Edinb. Vol. XIII pl.* 1 *p.* 152. (Annal. Bd. XXXV S. 553.)

che ich nur zu sagen, daſs die bloſse Wärme der Hand nahe an einem Ende der Röhren, mit denen die Säule bewaffnet ist, hinreicht, die Nadel auf das Maximum ihrer Ablenkung zu treiben, wenn die Temperatur der Luft unter 15° ist. Die an beiden Endflächen vollkommen symmetrische Säule enthält 32 Paare Wismuth-Antimon-Stäbchen, vereinigt zu einem Bündel, welches 8 Linien Durchmesser im Querschnitt und 10 Linien Länge hat [1]); die Röhren oder cylindrischen Ansätze von Kupferblech, welche ihre beiden Enden umgeben, besitzen, bei ungefähr gleicher Dimension in der Breite, eine dreifache

1) Die Symmetrie, oder vielmehr die Gleichheit der Säule an ihren beiden Enden, ist eine unumgängliche Bedingung, um die Beobachtungen unabhängig zu machen von den kleinen Temperaturveränderungen, welche während der Versuche in der umgebenden Luft eintreten können. Wenn nämlich an dem einen Ende die Wismuth- oder Antimonstäbe etwas dicker oder die Löthstellen etwas stärker wären, würde sich die Erwärmung oder Erkaltung derselben, durch die Berührung der Luft, nicht mit gleicher Leichtigkeit den beiden Enden mittheilen; vielmehr würden sich diejenigen Enden der Stäbe, welche im Verhältniſs zur Gröſse der Löthstellen die kleinere Masse darböten, schneller erwärmen oder abkühlen als die gegenüberliegenden Enden, und daraus würde ein Strom entstehen, der die Wirkung der Wärmestrahlen, welche die Vorderfläche aufnimmt, störte. So kann man also mit Säulen von ungleichen Flächen die Wärmestrahlung nur in dem Fall genau messen, daſs die Temperatur der Atmosphäre beinahe constant bleibt. Schwankt sie, so sind die Resultate desto ungenauer, je schneller diese Veränderungen geschehen, und je länger die Zeit ist, welche zu den Versuchen erfordert wird. Die von Hrn. Nobili beschriebenen *Strahlen-* und *Schlitzsäulen* (Ann. B. XXXVI S. 525) haben keine symmetrischen Flächen, und sind deshalb nicht frei von den eben beschriebenen Fehlern. Der Verfasser giebt dieſs selbst zu, indem er, nach Anführung der bei einer Reihe von Körpern mit seiner *Strahlensäule* erhaltenen Wärmedurchgänge, S. 530, hinzufügt: »die Temperatur-Umstände, welche auf die Resultate von Einfluſs seyn, und sie folglich *durch ihre Variationen abändern* können, sind: die Temperatur der Quelle, die der Körper, und *vor allem* die der Luft.

Länge. Das astatische System des Galvanometers besteht aus zwei sehr stark magnetisirten Nadeln von 0,47 Mm. Durchmesser und 53 Mm. Länge, und macht nur zwei Schwingungen in einer Minute. Wenn man jedoch dieses System, nachdem es aufser Gemeinschaft mit der Säule gesetzt ist, durch Annäherung eines Magneten oder weichen Eisens, um 35° bis 40° ablenkt und darauf sich selbst überläfst, so kehrt es in seine natürliche Gleichgewichtslage zurück, und stellt sich in drei bis vier Minuten vollkommen unbeweglich auf den Nullpunkt der Theilung. Diese schnelle Rückkehr zur Ruhe rührt her von der Hemmkraft der Kupferscheibe, die eigends dazu unter dem getheilten Kreise angebracht ist; diese Hemmkraft, wie man aus der schönen Entdeckung des Hrn. Arago weifs, vermindert die Weite der Schwingungen, ohne die Dauer derselben abzuändern, so dafs die Schwingungsbewegung der Nadeln um ihre Gleichgewichtslage bedeutend in Dauer vermindert wird, ohne dafs dadurch die Kräfte, welche diese Bewegung erzeugten, in Bezug auf Intensität irgend eine Störung erleiden. Die Zeit der Rückkehr ist noch geringer, wenn man das Galvanometer in Verbindung mit der Säule läfst, und man durch die strahlende Wärme eine Ablenkung von 35° bis 40° hervorruft: denn dann reichen, nach Unterbrechung der Strahlung, zwei Minuten hin, um den Zeiger wieder auf seinen Mittelpunkt kommen zu lassen; die Wärme, die noch einige Zeit an der der Strahlung ausgesetzten Seite der Säule verweilt, hält dann gewissermafsen die Nadel in ihrem Falle auf und hindert sie über den Nullpunkt hinauszugehen, wo sie sonach fast genau in der Zeit anlangt, welche zur Herstellung des Temperatur-Gleichgewichts an den beiden Seiten der Säule nöthig ist.

Um jedoch diesen letzten Zeitpunkt mit all der Genauigkeit, dessen er fähig ist, zu beobachten, müfste man die Säule gegen die ungleich warmen Luftströme schützen, die folgweise mit den beiden Ansatzröhren in Berührung

kommen. Diese Temperaturunterschiede, obwohl ungemein schwach und für die besten der gewöhnlichen Thermoskope unwahrnehmbar, reichen doch hin, um bei meinem Instrumente Ablenkungen nach der Rechten oder Linken zu erzeugen, die zuweilen bis auf einige Grade steigen und auf eine verdriefsliche Weise die Wirkungen der Wärmestrahlen stören. Um diesen grofsen Uebelstand zu entfernen, stürze ich über die Säule und ihr Gestell einen grofsen metallenen Recipienten, von der Form eines umgekehrten Kastens, 18 Zoll lang und 8 Zoll breit. Die Seitenwände dieses Kastens haben eine solche Höhe, dafs der Boden die höchsten Punkte der Fassung der Säule nicht berührt; sie sind doppelt, und der Zwischenraum ist nach unten mit Baumwolle ausgefüllt, um das Eindringen der äufsern Luft möglichst zu verhüten. Die Drähte, welche zur Verbindung der Säule mit dem Galvanometer dienen, gehen unter dem Rand hinweg, in eigends dazu an einer Seite gemachten Ausschnitten.

Eine der schmäleren Seiten ist, in der Höhe der Säule, mit einem kreisrunden Loch versehen; es hat fast einen Zoll im Durchmesser, allein man kann es in jedem beliebigen Grade verkleinern, indem man in einem aufserhalb angebrachten Rahmen Platten mit kleinerer Oeffnung einschiebt. Längs der ganzen oberen Wand läuft eine Spalte, durch welche man sehen kann, ob die Axe der Säule in Richtung der Strahlung liege. Schiebt man also den Kasten hin und her, so gelingt es bald, der kreisrunden Oeffnung die gewünschte Lage gegen die Säule zu geben, welche letztere bei dieser Verschiebung natürlich ihre Stelle auf dem Tische behält.

Mittelst dieser doppelten Hülle bleibt die den thermoskopischen Körper umgebende Luft vollkommen ruhig; wenigstens wirken die Bewegungen, welche sich durch langsame Temperaturveränderungen dahin verpflanzen, auf die beiden Seiten der Säulen mit solcher Gleichförmig-

keit, dafs der Zeiger des Thermomultiplicators sich genau auf dem Nullpunkt der Theilung erhält, und immer in einigen Minuten dahin zurückkehrt, wenn man durch eine äufsere Wärmestrahlung eine bestimmte Ablenkung erzeugt hat, und darauf die Strahlung durch einen Metallschirm abhält.

Personen, welche oft astatische Galvanometer gebrauchen, werden bemerkt haben, dafs diese Instrumente, auf einen wie festen Tisch man sie auch gestellt haben möge, doch durch die Tritte des Beobachters oder durch das Fahren von Wagen in eine leichte Schwankung gerathen, welche auf den Aufhängefaden und die Nadeln übergeht, und ihnen eine mehr oder weniger lange Pendelbewegung mittheilt. Um diese excentrischen Schwingungen, welche bei feinen Beobachtungen sehr schädlich sind, zu verhüten, braucht man nur das Instrument auf den Marmor eines Kamins oder auf einen horizontalen Absatz irgend einer dicken Mauer des Hauses zu befestigen. Alsdann behält der Faden immer seine lothrechte Richtung; die Nadeln sind gewissermafsen nur für horizontale Bewegungen empfänglich, und man sieht den Zeiger durch die Wirkung der elektrischen Ströme mit solcher Regelmäfsigkeit abweichen, dafs man glauben würde, er hange nicht an einem Faden, sondern ruhe auf einem Hütchen.

In dem besonderen Fall, welcher uns beschäftigt, beginnt die Ablenkung sogleich, wenn die Strahlen der Wärmequelle von constanter Temperatur durch die Oeffnung des Kastens zur Vorderfläche der Säule gelangen. Die Bewegung der Doppelnadel ist anfangs sehr langsam, allein nach und nach wird sie schneller und erreicht ein gewisses Maximum von Geschwindigkeit; darauf wird sie allmälig wieder langsamer und hört endlich ganz auf. Nun kehrt die Nadel sanft gegen den Mittelpunkt zurück, durchläuft einen Bogen von einigen Graden, nimmt abermals die ursprüngliche Bewegungsrichtung an, und nachdem sie so drei bis vier Schwingungen von abneh-

mender Gröfse gemacht hat, bleibt sie endlich stehen und nimmt eine feste Lage an. Die feste Ablenkung ist immer etwas geringer als die erste Ausbiegung; der Unterschied zwischen beiden ist verschieden nach der Gröfse der anfänglichen Ausbiegung, welche wir *Impulsionsbogen* nennen werden; und man begreift, dafs die Langsamkeit der Bewegung am Ende dieses Bogens erlaubt, ihn mit vieler Genauigkeit zu beobachten und darauf mit der festen Ablenkung zu vergleichen. Diefs geschieht immer leicht an allen Punkten des getheilten Kreises, wenn man die Intensität der Wärmestrahlung durch eine zweckmäfsige Veränderung des Abstandes der Quelle von der Säule verändert. Sind übrigens die festen Ablenkungen gegeben, so kann man immer die entsprechenden *Kräfte* durch den Versuch bestimmen [1]). Man hat also alle nothwendigen Elemente, um eine Tafel zu entwerfen, welche nach den Impulsionsbogen sogleich die Verhältnisse der Kräfte geben. Die Kräfte entsprechen bekanntlich den Temperaturen [2]).

1) Siehe wegen der Beschreibung der Methoden die *Bibliothèq. univers. T. LV p.* 9, und *Mém. de l'acad. des Scienc. T. XIV p.* 445. 446. (Ann. Bd. XXXVIII S. 12.)

1) Hr. Becquerel hat i. J. 1826 (*Annal. de chim. et de phys. T. XXXI p.* 371. — Annal. Bd. IX S. 345) gezeigt, dafs die Intensitäten der thermo-elektrischen Ströme des Kupfers, des Platins und anderer Metalle proportional sind den Temperaturen für die ganze Ausdehnung der Thermometerskale. Nun entspringen die Ströme, welche bei den gewöhnlichen Thermomultiplicatoren die gröfstmögliche Ablenkung erzeugen, aus einer Erwärmung einer der Seiten, welche kaum auf einige Grade steigt. Die Proportionalität zwischen den Kräften der magnetischen Ablenkung und den Temperaturen war also schon durch den Versuch erwiesen, als ich meine Versuche über die strahlende Wärme begann; deshalb habe ich sie in meinen früheren Abhandlungen als eine bekannte Thatsache angenommen. Indefs, da Hr. Becquerel nicht direct mit den Metallen der thermo-elektrischen Säule experimentirte, so wünschten die HH. Kommissäre, welche von Seiten der Academie der Wissenschaften mit der Prüfung mei-

So erhält man dann, mit Hülfe unserer Tafel, die relativen Intensitäten der beiden Wärmestrahlungen durch den blofsen Anblick der beiden Impulsionsbogen, welchen sie dem Zeiger des Galvanometers successiv einprägen.

ner Versuche über die Wärme beauftragt waren, dafs der Satz von der Proportionalität zwischen den Kräften und Temperaturen durch besondere Versuche für den Thermomultiplicator selbst aufser allen Zweifel gesetzt würde. Zu dem Ende verschaffte ich mir eine thermo-elektrische Säule aus vier sehr dünnen Elementen von Wismuth und Antimon, die hakenförmig gekrümmt waren, um die beiden Endflächen in zwei getrennte Gefäfse einführen und ihnen daselbst durch Berührung mit ungleich warmen Flüssigkeiten verschiedene Temperaturen geben zu können. Die Enden der beiden letzten Elemente reichten aus den Gefäfsen heraus und standen mit den Kupferdrähten des Galvanometers in Verbindung. Da indefs ein Unterschied von einigen Graden hinreichte die Doppelnadel bis zu den Gränzen der Kreistheilung zu treiben, so schaltete ich einen sehr dünnen Eisendraht von mehren Fufsen Länge in den elektrischen Bogen ein. Dadurch wurde der Strom dermafsen geschwächt, dafs eine Temperaturveränderung von einem Centigrad eine Ablenkung von ungefähr einem Grad bei dem Galvanometer hervorbrachte. Hierauf wurde nach und nach mehr oder weniger heifses Wasser in eins der Gefäfse gebracht, und schmelzendes Eis in das andere. Die letztere Fläche wurde dadurch beständig auf der Nulltemperatur erhalten, während die erstere successiv die Temperaturen des Wassers annahm; diese, gemessen mit einem sehr empfindlichen Thermometer, fanden sich proportional den entsprechenden elektrischen Kräften oder Intensitäten, welche durch die Ablenkungen des Galvanometers angezeigt wurden. Der Versuch wurde noch in anderer Weise abgeändert, um den Umständen, unter welchen man für gewöhnlich den Thermomultiplicator gebraucht, noch näher zu kommen. Der von Eis umgebene Arm der Säule wurde wohl abgewischt und darauf an der freien Luft liegen gelassen; als nun das andere immer eingetaucht blieb in das folgweise auf verschiedene Temperatur gebrachte Wasser, wurden die Intensitäten der elektrischen Ströme proportional dem Ueberschufs der Temperatur dieses Wassers über die der umgebenden Luft; denn die Wärmeleitung des Wismuths und Antimons in dünnen Stäbchen ist so schwach, dafs die der einen Fläche durch das Wasser mitgetheilte Wärme kaum in merkba-

Die für die Doppelnadel erforderliche Zeit, um das Ende dieser Bogen zu erreichen, beträgt 10 bis 12 Secunden; zur festen Ablenkung gelangt sie erst nach Ablauf von 90 bis 100 Secunden. Wie beständig die Wärmequellen nun auch seyn mögen, so sind sie doch nothwendig kleinen Veränderungen in ihrem physischen Zustand unterworfen, welche in der Temperatur Veränderungen derselben Ordnung nach sich ziehen; daher ist es immer vortheilhaft, die Zeit zwischen zwei Versuchen, die verglichen werden sollen, abzukürzen. Die eben bezeichnete Tafel macht also die Beobachtungen kürzer und genauer als sie seyn würden, wenn man die feste Ablenkung direct beobachtete. Daher habe ich mich denn dieser Methode im ganzen Laufe dieser Abhandlung bedient, und bei jedem Resultat die entsprechende Kraft neben dem Impulsionsbogen angeführt. Fast unnöthig ist es hinzuzufügen, dafs die Kraft, auf welche alle übrigen bezo-

rer Menge zur andern Fläche gelangen und daselbst eine wahrnehmbare Temperaturerhöhung bewirken kann.

Obwohl diese Versuche bei verschiedenen Temperaturen der Atmosphäre mit gleichem Erfolge wiederholt wurden, so schienen sie mir doch nicht ganz befriedigend. Es empfing nämlich die Säule die Temperaturunterschiede, welche die elektrischen Ströme veranlafsten, hiebei durch den Contact, während dieselben bei dem gewöhnlichen Gebrauch des Thermomultiplicators durch Strahlung hervorgerufen werden; man mufste also mittelst der strahlenden Wärme beweisen, was mittelst der Berührungswärme bewiesen worden. Nach den vorherigen Versuchen bestand die Aufgabe darin, zu zeigen: *dafs die Wärmestrahlen in den thermoskopischen Substanzen gleiche Ausdehnungen bewirken, wenn sie in dem Thermomultiplicator gleiche Ströme erregen, und dieses zwar für jede Intensität der Strahlen, jeden Ursprung derselben, oder jede Abänderung, die sie vermöge eines Durchgangs, einer Reflexion oder Refraction etwa erlitten haben mögen.* Um zu sehen, ob dieser Satz richtig sey, liefs ich durch Hrn. Bunten ein Luftthermoskop verfertigen, und stellte damit die Versuche an, welche in Hrn. Biot's Bericht ausführlich beschrieben sind (S 17 des vorigen Bandes).

gen wurden, diejenige ist, welche die Doppelnadel um den ersten Grad der Theilung ablenkt.

Nachdem ich mir durch alle diese Mittel ein ungemein empfindliches, und in seinen Angaben rasches und sicheres thermoskopisches Instrument verschafft hatte, schritt ich zu den Versuchen über die Wärmepolarisation, dabei mit Turmalinplatten aufangend.

Eine grofse Schwierigkeit, auf die man sogleich geräth, wenn man die Wärmepolarisation durch Turmaline studiren will, ist der schwache Wärmedurchlafs dieser Substanzen, ein Umstand, welcher mit der gewöhnlichen Kleinheit derselben das ausfahrende System von polarisirenden Strahlen ungemein schwach und kaum für die empfindlichsten Thermomultiplicatore wahrnehmbar macht. Daraus entspringt die Nothwendigkeit, die Wärmequelle dem Turmalinsysteme sehr zu nähern, um die möglich gröfste Menge Wärmestrahlen aufzufangen. Allein diese übergrofse Nähe erhitzt die Turmaline merklich, macht dieselben auf die Säule strahlen, und stört so die Wirkung der unmittelbar durch das System gehenden Strahlen.

Zwar kann man, ohne den gewöhnlichen Abstand der Quelle zu ändern, die auf die Turmaline einfallende Wärmemenge verstärken, wenn man sie mittelst einer Steinsalzlinse concentrirt. Allein alsdann erhitzen sich die Turmaline noch mehr, und man mufs nothwendig die Säule in einer grofsen Entfernung hinter den Turmalinen aufstellen, wenn man den störenden Einflufs dieser zweiten Wärmequelle entfernen will. Nun kann man aber die Säule nicht zu weit entfernen, ohne nicht wieder in den ersten Uebelstand einer zu schwachen Wirkung zurückzufallen; denn die Strahlen erleiden, nachdem sie sich im Brennpunkt gekreuzt haben, eine bedeutende Divergenz, und nehmen mit Entfernung von den Platten rasch an Intensität ab.

Um diese verschiedenen Klippen zu vermeiden und eine Wärmefluth zu erhalten, die mit Kraft auf das Ther-

moskop wirke und alleinig von den direct durch die Turmaline gegangenen Strahlen herrühre, fing ich mit einer großen Steinsalzlinse ein Bündel Wärmestrahlen auf, die ich vorher mittelst eines Reflectors parallel gemacht hatte. Die concentrirte Wärme gelangt zu den Turmalinen; ein starker Antheil wird verschluckt und in gewöhnliche Wärme verwandelt; der andere aber behält seine strahlende Form und setzt seinen Weg fort, er zerstreut sich darauf, und fällt dann auf eine zweite Linse von kürzerer Brennweite, die um diese ihre Brennweite jenseits des Brennpunkts der ersten Linse aufgestellt ist. Die Strahlen, welche diese Linse divergirend auffängt, treten parallel aus und bilden ein Bündel verdichteter Wärme, welches in den thermoskopischen Kasten eintritt und endlich zu der zweckmäßig vom Loche entfernten Säule gelangt. Da der Querschnitt des Bündels etwas geringer ist als der der Säule, so tragen alle seine Theile zur Erzeugung des thermoskopischen Effectes bei, und man verliert demnach keinen der Wärmestrahlen, die zum polarisirenden Systeme austreten.

Wichtig ist, dafs der Mittelpunkt der beiden an einander gelegten Turmaline sich nicht genau im gemeinschaftlichen Brennpunkt der beiden Linsen befinde, sondern der zweiten Linse näher liege, damit die von diesen Platten absorbirte und gegen die zweite Linse strahlende Wärme divergirend gebrochen werde und keine Wirkung auf den thermoskopischen Körper ausübe, welcher demnach alleinig von dem Wärmebündel aus der directen Transmission ergriffen wird. Ob diese Bedingung wirklich erfüllt sey, davon überzeugt man sich, wenn man die Turmaline schwärzt, oder statt ihrer beliebige Platten von gleicher Dicke, wohl mit Rufs überzogen, anwendet; denn dann nimmt der Zeiger des Galvanometers seine ursprüngliche Gleichgewichtslage an, und behält sie, man mag die strahlende Communication mit der Wärmequelle herstellen oder unterbrechen.

Mittelst dieses Kunstgriffs gelingt es, einen Wärmebündel von fast gleichem Querschnitt mit der Oberfläche der Linse durch sehr kleine Turmalinplatten zu leiten, *alle* ausfahrenden Strahlen anzuwenden, und *nur diese* ihre Wirkung auf das Thermoskop rein, unvermischt mit der aus der Erhitzung der Platten entstandenen Wärme, ausüben zu lassen.

Durch Combination einer Linse von 2,5 Zoll Durchmesser und 3 Zoll Brennweite mit einer Linse von 14 Linien, erhielt ich ausfahrende Wärmebündel von den Turmalinen, die in mehren Fällen die Doppelnadel meines Galvanometers um 60° bis 80° ablenkten, wiewohl die kleine Flamme einer Locatellischen Lampe mit Reflector ein Meter entfernt war. Diese kräftige Wirkung, wiewohl zu den beabsichtigten Versuchen nothwendig, ist jedoch zu grofs; man kann sie indefs sehr leicht beliebig schwächen, wenn man durch zweckmäfsiges Zusammenrücken der beiden Linsen die letzteren Wärmestrahlen mehr oder weniger divergirend macht.

Die Turmalinplatten sind befestigt in der Mitte zweier parallelen Diaphragmen von Kork, die das Innere einer runden, ziemlich platten Büchse ausfüllen, welche letztere in der Mitte ein kreisrundes Loch besitzt, und durch einen gleichfalls durchbohrten Metallschirm in zweckmäfsiger Höhe gehalten wird. Die eine Platte ist fest, die andere drehbar mit der Hälfte der Büchse, worin sie sitzt. Striche, an dem Rande angebracht, lassen die beiden Hauptrichtungen der Krystallaxen mit Leichtigkeit erkennen.

In folgender Tafel gebe ich die Resultate von neun Paaren Turmalinen, die mir von verschiedenen Personen geliehen worden sind. Alle diese Turmaline polarisiren das Licht fast vollständig, d. h. wenn man durch diese Systeme eine Lichtflamme betrachtet, so erscheint sie ziemlich lebhaft, sobald die Axen parallel sind, verschwindet dagegen fast gänzlich, wenn man die Axen rechtwinklich kreuzt.

Tafel I.

Wärmequelle: Flamme einer Locatelli'schen Lampe.

| No. | Farbe der einzelnen Turmalin-paare. | Wärmedurchlafs bei parallelen Axen. Impulsionsbogen. | Kräfte. | Wärmedurchlafs bei rechtwinkl. Axen. Impulsionsbogen. | Kräfte. | Polarisationsindex in Hunderteln der beim Parallelismus d. Axen durchgelassenen Wärmemengen. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Dunkelgrün . . | 30°,56 | 27,50 | 29°,78 | 26,48 | 3,71 |
| 2 | Bläulichgrün . | 29 ,81 | 26,51 | 28 ,22 | 24,60 | 7,20 |
| 3 | Blaugrün . . . | 32 ,35 | 29,40 | 30 ,11 | 26,90 | 8,50 |
| 4 | Gelblichgrün . | 31 ,42 | 28,51 | 29 ,32 | 25,89 | 9,19 |
| 5 | Gelblichgrün . | 33 ,23 | 30,18 | 30 ,01 | 26,77 | 11,30 |
| 6 | Gelbgrün . . . | 31 ,96 | 29,07 | 29 ,11 | 25,61 | 11,90 |
| 7 | Röthlichbraun | 29 ,89 | 26,62 | 25 ,32 | 21,88 | 17,72 |
| 8 | Schmutzig violett . . . . . | 30 ,69 | 27,67 | 25 ,45 | 22,00 | 20,48 |
| 9 | Fahlgelb . . . | 31 ,27 | 28,37 | 25 ,60 | 22,16 | 21,89 |

Nach dem zuvor Gesagten bedürfen die Zahlen in den vier vorletzten Kolumnen keine Erläuterung. Ich bemerke nur, dafs jede als Impulsbogen angegebene Zahl das Mittel ist aus mehren, abwechselnd bei parallelen und senkrechten Axen gemachten Beobachtungen. Diefs Verfahren dient, die Fehler aufzuheben, welche entweder von der Beobachtung selbst herrühren, oder von den kleinen Intensitätsveränderungen in der Strahlung der Wärmequelle. Bei der Vollkommenheit des Apparats übersteigen indefs diese Fehler aufs Höchste nicht ein Funfzigstel des Mittelwerths. Was die letzte Kolumne betrifft, so enthält sie den Polarisationsindex, d. h. den Wärme-Antheil, welcher bei Kreuzung der Axen verschwindet, bezogen auf die Wärmemenge, welche bei Parallelismus der Axen das System durchdringt. So läfst das erste Turmalinpaar durch, bei parallelen Axen: 27,50, bei rechtwinklig gekreuzten Axen: 26,48; der Unterschied dieser Zahlen, nämlich 1,02, stellt die durch die Kreu-

zung verlorne Wärmemenge dar. Und um den von diesem Turmalinpaar polarisirten Antheil Wärme, ausgedrückt in Hunderteln der beim Parallelismus der Axen durchgelassenen Wärmemenge, zu erhalten, mufs man offenbar die Proportion annehmen: 26,48 : 1,02 :: 100 : $x$, woraus $x = 3,71$.

Diese letzte Kolumne zeigt, dafs der Polarisationsindex mit der Beschaffenheit des angewandten Turmalinpaares sich verändert. Diese, bei den zum Versuch gebrauchten Turmalinen schon ziemlich beträchtlichen, Veränderungen liefsen mich glauben, dafs sie für andere Platten noch gröfser seyn würden, und dafs sie wahrscheinlich von der verschiedenen Diathermansie der Turmaline herrührten, d. h. von der Eigenschaft der verschiedenen Individuen dieses Minerals, Wärmefluthen von verschiedener Beschaffenheit ungleich durchzulassen. Um diese Muthmafsung zu prüfen, befestigte ich auf dem Apparat das Turmalinpaar, welches die meiste Wärme polarisirte, und nachdem ich die Umstände so eingerichtet, dafs die durchgelassene Wärmemenge möglichst grofs werden mufste, stellte ich in die Bahn der durch die erste Linse concentrirten Strahlen Scheiben von verschiedenen Substanzen auf. Die auf die Turmaline einfallende Wärmemenge wurde natürlich durch die partielle Absorption der eingeschalteten Scheibe mehr oder weniger verringert, allein zugleich änderte ich auch den gegenseitigen Abstand der beiden Steinsalzlinsen zweckmäfsig ab, um so bei diesen verschiedenen Systemen, für den Fall des Parallelismus der Axen beider Turmaline, einen fast constanten Wärmedurchgang zu haben.

Die Resultate dieser zweiten Versuchsreihe, angestellt mit derselben Quelle und mit denselben Turmalinpaaren, sind in folgender Tafel enthalten.

## Tafel II.

### Wärmequelle: Flamme einer Locatellischen Lampe.

| Vor dem Turmalinpaare aufgestellte Substanz. | Dicke dieser Substanz. | Wärmedurchgang durch die eingeschaltete Substanz und das Turmalinpaar No. 9 der Tafel I bei parallelen Axen. Impulsionsbogen. | parallelen Axen. Kräfte. | senkrecht. Axen. Impulsionsbogen. | senkrecht. Axen. Kräfte. | Polarisationsindex, in Hunderteln d. durch die 3 Platten bei Parallelism. d. Turmalinaxen gegang. Wärme. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm. | | | | | |
| Keine ....... | 0,00 | 17°,37 | 15,06 | 13°,47 | 11,76 | 21,91 |
| Glas, farbloses . | 1,85 | 17 ,93 | 15,53 | 13 ,94 | 12,15 | 21,79 |
| - rothes ... | 1,80 | 16 ,75 | 14,54 | 13 ,04 | 11,40 | 21,57 |
| - orangefarb. | 1,87 | 17 ,21 | 14,93 | 13 ,31 | 11,66 | 21,90 |
| - gelbes ... | 1,79 | 17 ,83 | 15,45 | 13 ,84 | 12,07 | 21,89 |
| - blaues ... | 1,83 | 17 ,59 | 15,24 | 13 ,66 | 11,92 | 21,78 |
| - indigfarben. | 1,78 | 17 ,29 | 14,99 | 13 ,44 | 11,74 | 21,68 |
| - violettes. . | 1,81 | 16 ,81 | 14,59 | 13 ,02 | 11,39 | 21,92 |
| - bläulichgrün [1] | 0,74 | 16 ,99 | 14,74 | 15 ,95 | 13,86 | 5,95 |
| - dito dito | 1,93 | 17 ,32 | 15,02 | 16 ,85 | 14,62 | 2,76 |
| - schwarz, undurchsichtig | 0,81 | 17 ,55 | 15,21 | 16 ,76 | 14,55 | 4,35 |
| - dito dito | 1,98 | 17 ,80 | 15,42 | 17 ,52 | 15,19 | 1,51 |
| Schwerspath ... | 2,60 | 17 ,10 | 14,83 | 13 ,18 | 11,52 | 22,30 |
| Gyps ....... | 2,71 | 16 ,95 | 14,71 | 10 ,54 | 9,18 | 37,63 |
| Rüböl ...... | 8,49 | 16 ,97 | 14,72 | 10 ,40 | 9,05 | 38,50 |
| Weins. Kali-Natr. | 2,50 | 17 ,39 | 15,08 | 9 ,49 | 8,26 | 45,21 |
| Gesätt. Kochsalzlös [2]) .. | 8,49 | 17 ,49 | 15,16 | 5 ,78 | 5,06 | 66,60 |
| - Alaun dito | 8,49 | 17 ,56 | 15,22 | 5 ,81 | 5,08 | 66,63 |
| - Weinsäure Lösung . | 8,49 | 17 ,39 | 15,08 | 5 ,76 | 5,04 | 66,59 |
| - dito dito | 0,74 | 16 ,96 | 14,72 | 10 ,76 | 9,38 | 36,31 |
| Destill. Wasser | 8,49 | 16 ,77 | 14,55 | 5 ,54 | 4,85 | 66,67 |
| dito dito | 0,74 | 17 ,20 | 14,92 | 10 ,91 | 9,50 | 36,27 |
| Bernstein .... | 3,08 | 17 ,23 | 14,94 | 8 ,35 | 7,29 | 51,23 |
| Alaun ...... | 2,58 | 16 ,98 | 14,73 | 0 ,58 | 0,52 | 95,81 |

1) Die physischen Eigenschaften dieser Glasart, welche sich bei allen Erscheinungen der Wärme-Absorption so abweichend von allen andern gefärbten Glasarten verhält, sind: 1) fast vollständige Absorption der vom Alaun durchgelassenen Wärmestrahlen, und 2) gänzliche Absorption der rothen Strahlen des Sonnenspectrums. Schon habe ich gesagt, dafs ihre Färbung fast ganz von Kupferoxyd herrührt.

2) Die Temperatur dieser gesättigten Lösungen war ungefähr 15° C.

Wir wissen bereits, dafs die von verschiedenartigen Körpern unmittelbar durchgelassenen Strahlen in sehr verschiedener Menge eine gegebene Platte einer diathermen Substanz durchdringen [1]); auch wissen wir, dafs dieselben Strahlen von den Oberflächen gewisser opaker Körper ungleich absorbirt werden [2]). Gegenwärtig können wir zu diesen beiden unterscheidenden Kennzeichen noch das einer ungleichen Polarisation durch ein und dasselbe System von Turmalinen hinzufügen.

In der That sehen wir, dafs von 100 Wärmestrahlen, welche die Turmaline beim Parallelismus ihrer Axen durchliefsen, ungefähr 22 verschwanden, wenn sie gekreuzt wurden. Bei den Strahlen, die vom farblosen, vom rothen, orangefarbenen, gelben, blauen, indigfarbenen und violetten Glase durchgelassen wurden, erlitt diefs Verhältnifs keine merkliche Verringerung; allein bei dem grünen und dem undurchsichtigen schwarzen Glase sank es auf 2 bis 3 Procent herab; und bei Einschaltung von Gyps, Bernstein, reinem Wasser, Salzlösungen und Alaun stieg der polarisirte Antheil von 22 auf 38, 51, 67 und 96 Procent.

Bemerken wir, dafs das aus dem Polarisationsindex (polarisirten Antheil) hergeleitete Kennzeichen zu denselben Folgerungen führt, welche wir aus den Transmissions-Versuchen gezogen haben. Denn diefs letztere Mittel der Analyse hatte uns erlaubt zu erkennen, dafs die Farbstoffe in den farbigen Gläsern nur einen Theil der vom farblosen Glase durchgelassenen Wärmefluth auslöschen, ohne die Quantitäts-Verhältnisse zwischen den verschiedenen der sie zusammensetzenden Strahlen merklich abzuändern; so dafs diese Substanzen sich in Bezug auf

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LV p.* 384. (Ann. Bd. XXXV S. 542.)

4) Ebendaselbst, *p.* 388. (Annal. Bd. XXXV S. 545.)

auf die strahlende Wärme verhalten wie in Bezug auf das Licht die braunen und schwärzlichen Stoffe, wenn man sie in eine Flüssigkeit einrührt, von welcher sie keine chemische Einwirkung erleiden [1]). Da nun der von den Turmalinen polarisirte Antheil Wärme variirt mit der Qualität der Wärmestrahlen, die von den verschiedenen Schirmen durchgelassen werden, so deutet die Beständigkeit dieses Antheils bei den durch farblose und farbige Gläser gegangenen Strahlen offenbar, wie bei den Transmissionsversuchen, darauf hin, dafs diese Farbstoffe die Zusammensetzung der vom Glase durchgelassenen Wärmefluth nicht abändern. Das grüne und das undurchsichtig schwarze Glas machen zwar eine Ausnahme, allein eine ganz analoge Ausnahme findet sich auch bei den Transmissionsversuchen [2]).

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LV p.* 381. (Ann. Bd. XXXV S. 538.)

2) Zu denselben Folgerungen gelangt man auch mittelst Brechungs-Versuche. Zu dem Ende bedeckt man an einem Steinsalz-Prisma eine der Flächen des brechenden Winkels mit einer farbigen Glasplatte, und untersucht die Vertheilung der Temperatur in den verschiedenen Zonen des Spectrums, welches entsteht, wenn man dieses System dem Sonnenlichte aussetzt. Wechselt man mit der Farbe des Glases, so findet man nicht nur die *Form* des Wärmespectrums sehr regelmäfsig erhalten, wie wir anderswo gesehen haben (*Ann. de chim. et de phys. T. LX p.* 426. — Annalen, Bd. XXXVII S. 492), d. h. begabt mit einem einzigen *Maximum* und einer regelmäfsigen Abnahme der Temperaturen zu beiden Seiten, sondern auch die Abstände dieses Maximums und der umgebenden Zonen von einer gegebenen Zone des normalen Lichtspectrums beinahe unverändert geblieben. Die absolute Wärmemenge variirt zwar bedeutend mit der Farbe und Natur des Glases; allein diese Variation geschieht immer proportional den Werthen der Ordinaten, welche für irgend eine farbige Platte die Temperatur der verschiedenen Zonen ausdrücken, so dafs die Intensitäten des Maximums und der anliegenden Zonen mehr oder weniger in einem constanten Verhältnifs abgeändert sind, für die ganze Erstreckung eines jeden neuen Spectrums, welches beim Wechsel des Glases erzeugt wird. Aus

Durch die Transmission haben wir gefunden, daſs die aus grünem oder undurchsichtig schwarzem Glase tretenden Strahlen ganz entgegengesetzte Eigenschaften be-

diesen beiden Thatsachen ergiebt sich offenbar der Schluſs, daſs die Qualität der Wärmefluth, welche von verschiedenen farbigen Glasplatten durchgelassen wird, keineswegs beim Uebergang von einer Platte zu einer anderen variirt. Auch hier zeigt sich, wie bei andern Analysen, die wir von diesen Phänomen gemacht haben, bei dem vorhin erwähnten grünen Glase eine ungemein hervorstechende Ausnahme, indem dieses Glas das Wärmespectrum verschiebt, gegen die schwächere Brechung hin, fast ganz auſserhalb der gemeinschaftlichen Gränzen der aus jedem andern farbigen Glase entspringenden Spectra.

Wenn eine und dieselbe Folgerung aus mehren so verschiedenen Erscheinungen, wie die der Absorption, der Polarisation und Refraction wirklich sind, hervorgeht, so scheint sie mir alle Bürgschaft zu besitzen, um unter die, durch Erfahrung wohl begründeten Wahrheiten aufgestellt zu werden.

Die Farbstoffe der farbigen Gläser, welche die Quantitätsverhältnisse zwischen den verschiedenen Strahlen des gewöhnlichen Lichts so bedeutend abändern, üben demnach keine *auswählende Wirkung* auf die begleitenden Wärmestrahlen aus. Diese sonderbare Erscheinung ist um so merkwürdiger, als dieselben Farbstoffe fast immer eine ziemlich starke Portion der *natürlich vom Glase durchgelassenen* Wärme absorbiren. Wirklich sind die Wärmedurchlässe unserer sieben farbigen Gläser, bezogen auf den Durchlaſs des farblosen Glases, den wir durch 100 ausdrücken, folgende: rothes Glas 82,5, orangefarbenes 72,5, gelbes 55, bläulichgrünes 57,5, blaues 52,5, indigfarbenes 30, violettes 85. Die Menge der von farbigen Gläsern absorbirten Wärme beträgt also: beim rothen 17,5, beim orangefarbenen 27,5, beim gelben 45, beim grünen 42,5, beim blauen 47,5, beim indigfarbenen 70 und beim violetten 15. Da nun diese Absorptionen einen proportionalen Theil von jedem Strahle in der natürlich vom gewöhnlichen Glase durchgelassenen Wärmefluth auslöschen, so kann man sie, wie eben gesagt, vergleichen mit den absorbirenden Wirkungen, welche die braunen und mehr oder weniger schwärzlichen Substanzen bei Vertheilung in Wasser oder eine andere farblose Flüssigkeit, welche sie ohne weitere chemische Veränderung läſst, auf das Licht ausüben.

sitzen wie die zum Alaun ausfahrenden [1]), Derselbe Antagonismus von Eigenschaften zeigt sich bei der scheinbaren Polarisation, welche diese beiden Wärmearten beim Durchgang durch Turmaline erleiden, weil die letztere den polarisirten Antheil um das Drei- bis Vierfache erhöht, während die erstere derselben um acht bis neun Zehntel verringert.

Endlich hatte uns auch die Erfahrung gezeigt, daſs die unmittelbar vom Alaun durchgelassenen Wärmestrahlen sich den Lichtstrahlen stark nähern, sowohl durch ihren reichlichen Durchgang durch alle durchsichtigen farblosen Substanzen, als auch durch ihre schwache Absorption seitens weiſser Oberflächen [2]), und diese Analogie vervollständigt sich hier durch die fast totale Polarisation der nämlichen Strahlen mittelst Turmaline.

Nun ist es leicht die Unterschiede zwischen den Polarisationsanzeigen der verschiedenen Turmaline zu erklären. Nicht alle von der Flamme ausgesandten Wärmestrahlen durchdringen die Turmaline gleich gut, vielmehr hängen die Quantitäten und Qualitäten der durchgehenden Wärme von deren Beschaffenheit ab. Diese, überhaupt bei allen diathermanen Substanzen zu beobachtende Thatsache ist in dem besonderen Fall, welcher uns beschäftigt, in dem Grade richtig, daſs jede der Platten in den polarisirenden Systemen, welche in der ersten Tafel mit den No. 1, 2, 3, 4 bezeichnet sind, bei Verknüpfung mit einer Alaunplatte keinen wahrnehmbaren Wärmedurchgang darbietet; ein augenscheinlicher Beweis, daſs die durch Alaun gehende Wärme gänzlich fehlt unter den Strahlen der Wärmefluth, welche zu diesen vier Systemen austritt. Nun haben wir gesehen, daſs

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LV p.* 382. (Ann. Bd. XXXV S. 540.)

2) *Idem p.* 390. (Ann. Bd. XXXV S. 543.)

die verschiedenen Wärmearten, welche in der Strahlung der Flamme enthalten sind, ungemein abweichende Polarisationsanzeigen geben. Mithin mufs die von jedem polarisirenden Paare aufgenommene Wärmefluth nothwendig einen mittleren Polarisationsanzeiger haben, welcher mit der Qualität der Turmaline verschieden ist.

Schaltet man aufserhalb des polarisirenden Systems einen Schirm ein von gleicher Diathermansie mit den Platten dieses Systems, d. h. einen Schirm, der dieselben Strahlenarten in denselben Verhältnissen wie diese Platten durchläfst, so wird zwar die absolute Gröfse des Durchgangs, je nach der mehr oder weniger beträchtlichen Diathermansie dieses Schirms, geschwächt; allein die Turmaline erleiden keine Aenderung in ihrem Polarisationsanzeiger. Diefs ist der Fall bei farblosem, rothem, orangefarbenem, gelbem, blauem, indigfarbenem und violettem Glase. Allein Wasser, Oel, Bernstein, Alaun, grünes und undurchsichtig schwarzes Glas ändern diesen Anzeiger mehr oder weniger, weil ihre Diathermansie von der der angewandten Turmaline abweicht.

Wechseln wir aber mit dem polarisirenden System. Hat das neue System nicht mehr dieselbe Diathermansie, so ist klar, dafs die Ordnung und der Sinn der durch die verschiedenen Schirme in dem Werth des Polarisationsanzeigers eingeführten Veränderungen nicht mehr dieselben seyn werden. Diefs erhellt aus einer Reihe von Beobachtungen, gemacht mit dem Paar grüner Turmaline, welches in der ersten Tafel mit No. 5 bezeichnet worden ist.

## Tafel III.

### Wärmequelle: Flamme einer Locatellischen Lampe.

| Vor dem Turmalinpaare aufgestellte Substanz. | Dicke dieser Substanz. | Wärmedurchgang durch die eingeschaltete Substanz und das Turmalinpaar No. 5 der Tafel I bei | | | | Polarisationsindex, in Hunderteln d. durch die 3 Platten bei Parallelism. d. Turmalinaxen gegang. Wärme. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | parallelen Axen. | | senkrecht. Axen. | | |
| | | Impulsionsbogen. | Kräfte. | Impulsionsbogen. | Kräfte. | |
| | mm. | | | | | |
| Keine . . . . . . . | 0,00 | 17°,11 | 14,84 | 15°,15 | 13,15 | 11,35 |
| Bläulichgrün. Glas | 1,93 | 17 ,65 | 15,30 | 15 ,54 | 13,49 | 11,83 |
| Opakes schwarz. - | 1,98 | 17 ,10 | 14,83 | 15 ,06 | 13,05 | 11,94 |
| Schwerspath . . . | 2,60 | 17 ,33 | 15,03 | 15 ,23 | 13,21 | 12,07 |
| Rüböl . . . . . . | 8,49 | 17 ,52 | 15,19 | 12 ,95 | 12,80 | 15,65 |
| Gyps . . . . . . . | 2,71 | 17 ,76 | 15,39 | 12 ,74 | 12,63 | 17,91 |
| Farbloses Glas . | 1,85 | 17 ,27 | 15,08 | 16 ,24 | 14,11 | 6,46 |
| dito dito | 8,27 | 17 ,81 | 15,43 | 17 ,05 | 14,79 | 4,17 |
| Rothes - | 1,80 | 17 ,49 | 15,16 | 16 ,32 | 14,17 | 6,53 |
| Orangefarb. - | 1,87 | 16 ,91 | 14,67 | 15 ,77 | 13,69 | 6,70 |
| Gelbes - | 1,79 | 17 ,22 | 14,93 | 16 ,12 | 14,00 | 6,15 |
| Blaues - | 1,83 | 16 ,87 | 14,64 | 15 ,81 | 13,73 | 6,20 |
| Indigfarb. - | 1,78 | 16 ,98 | 14,73 | 15 ,86 | 13,78 | 6,44 |
| Violettes - | 1,81 | 17 ,30 | 15,00 | 16 ,20 | 14,06 | 6,29 |

Bemerken wir zunächst, dafs die äufsersten Gränzen der durch Dazwischensetzung der Schirme in dem Polarisations-Index herbeigeführten Veränderungen weit näher zusammen liegen als es bei den falben Turmalinen der Fall war; diefs deutet auf eine gröfsere Homogenität in der Wärmefluth, die von den hier angewandten Turmalinen durchgelassen wurde. Ueberdiefs erleidet der Polarisations-Index hier nur eine geringe Schwächung durch das grüne und das schwarze Glas, welche beide den directen Index der vorhergehenden Tafel um $\frac{12}{20}$ bis $\frac{19}{20}$ verminderten. Die Diathermansie dieser Turmaline ist also der des grünen und des schwarzen Glases analog.

Dagegen wird der Polarisations-Index verringert vom weifsen, rothen, orangefarbenen, gelben, blauen, indigfarbenen und violetten Glase, und nicht, wie bei den

falben Turmalinen, im natürlichen Zustand gelassen. Diefs hat nichts Ueberraschendes, weil der Unterschied in der Diathermansie dieser beiden polarisirenden Systeme von der Art ist, dafs das farblose und die eben genannten farbigen Gläser hier so wirken, wie das grüne und das undurchsichtig schwarze Glas in der vorhergehenden Tafel und umgekehrt.

Ueberdiefs bewirken das farblose, rothe, orangefarbene, gelbe, blaue, indigfarbene und violette Glas sämmtlich sehr nahe eine gleiche Abänderung in dem Werthe des Polarisations-Anzeigers der grünen Turmaline; und wir sahen so eben, dafs dieselben Gläser auf den Index der falben Turmaline fast keine Wirkung ausüben. Diese, von einem polarisirenden System zum andern veränderliche, bei jedem System aber für die ganze Reihe der Platten constante Einwirkung ist durchaus analog der Unveränderlichkeit, welche man, trotz der Intensitätsveränderungen, in den Verhältnissen der von denselben farblosen oder farbigen Gläsern durchgelassenen Wärmemengen beobachtet, wenn man diese Gläser den von verschiedenartigen Schirmen ausfahrenden Strahlen aussetzt [1]). Wir werden demnach abermals auf eine unserer früheren Folgerungen zurückgeführt, nämlich die, dafs die farbigen Substanzen auf die verschiedenen Strahlen der Wärmefluth, welche das Glas durchdringt, keine auswählende Absorption ausübt.

Ehe wir die Wirkung der Schirme auf den Polarisations-Index der Turmaline verlassen, wollen wir noch einige Bemerkungen machen über den Einflufs der Dicke der eingeschalteten Substanz und der Lösungen von Salzen in Wasser.

Aus der zweiten Tafel ersieht man leicht, dafs der den Polarisationsindex vergröfsernde oder vermindernde Einflufs jeder Substanz in dem Maafse stärker ist als diese

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LV p.* 390 *et* 391. (Annalen, Bd. XXXV S. 543.)

eine gröfsere Dicke besitzt. Wasser z. B., welches in einer 0,74 Mm. dicken Schicht den Index der falben Turmaline von 22 auf 36 erhöht, bringt ihn, in einer 8 Mm. dicken Schicht auf 67. Eine schwarze Glasplatte dagegen, die, bei 0,81 Mm. Dicke, denselben Index von 22 auf 4 herabbringt, vermindert ihn bis auf 1,5 Mm., wenn sie eine Dicke von etwa 2 Mm. hat. Diefs stimmt mit den Versuchen über die successive Transmission vollkommen überein; denn diese zeigen, dafs die von einer gegebenen Substanz ausfahrende Wärmefluth desto einfacher wird, desto gereinigter, wenn man will, je dicker die durchdrungene Substanz ist. Eben so verhält sich weifses Licht bei seinem Durchgang durch farbige Mittel.

Weinsäure, Steinsalz, Alaun, bis zur Sättigung in Wasser gelöst, verändern dessen Wirkung auf den Polarisations-Index der Turmaline nicht merklich. Schon in einer früheren Abhandlung haben wir gefunden, dafs *Alaun* und *Steinsalz* (die unter allen vollkommen durchsichtigen und farblosen Substanzen das *Minimum* und das *Maximum* der Diathermanität darbieten) durch ihre Lösung in Wasser, das diathermische Vermögen dieser Flüssigkeit nicht merklich abändern [1]). Die beinahe gleiche Wirkung dieser nämlichen Lösungen und des reinen Wassers auf den natürlichen Index der Turmaline läfst uns einen Schritt weiter thun; denn diese Gleichheit zeigt uns nicht nur, dafs in der *Quantität* der Wärme, die von reinem und von mit Kochsalz oder Alaun gesättigtem Wasser durchgelassen wird, kein angebbarer Unterschied vorhanden ist, sondern auch, dafs dasselbe von der *Qualität* dieser Wärme gilt. Denn fängt man die Wärmefluth, welche durch reines Wasser oder gesättigte Lösungen von Kochsalz oder Alaun gegangen ist, nach einander mit der Säule auf, so erhält man immer, sobald nur die drei Flüssigkeiten in gleich dicken Schich-

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LV p.* 55. (Ann. Bd. XXXV S. 292.)

ten angewandt werden, sehr nahe gleich grofse Ablenkungen. Diese Unveränderlichkeit der Wirkung, bei gleicher Dicke der Schichten, findet nun auch noch statt, wenn man folgweise hinter jede dieser Flüssigkeiten dieselbe Platte von Alaun oder jeder andern Substanz aufstellt; denn die gemeinschaftliche Ablenkung sinkt immer um eine constante Gröfse, selbst wenn man den Impulsionsbogen, den die für sich durch jede der drei Flüssigkeiten gegangene Fluth erregt, durch Concentration der Wärmestrahlen mittelst Linsen, bis auf 35° oder 40° gesteigert hat.

Um das experimentelle Studium der Wärme-Polarisation durch Turmaline zu vollenden, bleibt uns nur noch übrig, die polarisirende Wirkung dieser Krystalle auf Wärmestrahlen verschiedenen Ursprungs zu untersuchen. Zu dem Ende habe ich die in der Tafel I durch die Nummern 1, 5, 8, 9 bezeichneten Turmalinpaare ausgewählt, und sie in den beiden Hauptrichtungen ihrer Axen den Wärmestrahlen einer Argand'schen Lampe, einer Locatellischen Lampe, einer glühenden Platinspirale und einer bis 400° C. erhitzten Kupferplatte ausgesetzt. Ich erhielt dadurch die folgenden Polarisations-Anzeigen.

Tafel IV [1].

| No. | Farbe der Turmalinpaare. | Polarisations-Index für die directen Strahlen: der Argand'schen Lampe mit Glasschornstein. | der Locatellischen Lampe. | der durch eine Weingeistflamme glühend erhaltenen Platinspirale. | der etwa bis 400° C. erhitzten Kupferplatte. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Dunkelgrün . . | 0,37 | 3,71 | 5,27 | 0,59 |
| 5 | Gelblichgrün . | 5,33 | 11,30 | 13,89 | 3,22 |
| 8 | Schmutzig violett . . . . . | 24,50 | 20,48 | 17,20 | 2,30 |
| 9 | Fahlgelb . . . | 26,21 | 21,89 | 18,16 | 2,98 |

1) Um die Tafel nicht zu weitläufig zu machen, sind hier die Impulsionsbogen nicht angegeben. Wir bemerken indefs, dafs diese Bogen hier oft gröfser waren als bei den vorhergehenden Tafeln,

Betrachten wir zunächst die beiden letzten Turmalinpaare. Ihre Indices wachsen vom heifsen Kupfer bis zur Argand'schen Lampe. Diefs zeigt, dafs bei der Strahlung dieser vier Quellen die Wärme desto polarisirbarer durch die Turmaline ist, als die Quelle eine höhere Temperatur besitzt.

Indefs erleiden die Polarisations-Indices der Systeme 1 und 5, bei den drei ersten Wärmequellen, ganz entgegengesetzte Veränderungen wie die eben untersuchten. Um sich eine solche Anomalie zu erklären, mufs man bedenken, einen wie unvollkommenen Zustand von Diathermanität diese Arten von Turmalinen besitzen. Zwar enthalten die Wärmefluthen der Argand'schen und Locatellischen Lampe Strahlen, die durch die Turmaline mehr polarisirt werden als irgend einer von denen in den Wärmefluthen schwächerer Quellen. Allein dergleichen Strahlen tragen hier kaum zur Vergröfserung des Polarisations-Index bei; denn wir haben gesehen, dafs sie Platten beider polarisirenden Systeme nicht durchdringen können. Die grünen Turmaline lassen indefs verschiedene Wärmearten zu; und da es in den Strahlungen jeder Quelle mehre dieser Arten giebt, so begreift man, dafs wenn

und sie mufsten es seyn, um die in mehren Fällen ungemein schwachen Indices wahrnehmbar zu machen. No. 1 z. B. gab, den Strahlen der Argand'schen Lampe ausgesetzt, nur einen Unterschied von 0°,1 bei Bogen von 26° bis 27° für die beiden Stellungen der Axen. Dieser Unterschied war nur in einem Mittel aus 10 Beobachtungen merkbar; und doch kann ich nicht versichern, dafs er nicht bei fernerer Vermehrung der Versuche ganz verschwindet, denn oft hatte ich bei Rechtwinklichkeit der Axen die gröfsere Transmission. Thatsache ist, dafs wenn mit Bogen von 15° bis 20° experimentirt wurde, die Transmission dieser Turmaline gar nicht durch die Kreuzung der Axen zu variiren schien. Uebrigens kann, nach den vorher genannten Versuchen, das Daseyn von Turmalinen, die gar kein Zeichen von Wärmepolarisation geben, nicht stärker in Verwunderung setzen als es die Entdeckung von Turmalinen thun würde, welche die Wärme vollständig polarisiren.

eine gewisse Gruppe von Strahlen, begabt mit einem Polarisations-Index, kleiner als der der ausgeschlossenen Strahlen, aber gröfser als der der durchgelassenen, reichlicher vorhanden ist in der Wärmefluth des glühenden Platins als in der der Locatellischen Lampe, — man begreift alsdann, dafs der Polarisations-Index der beiden Systeme grüner Turmaline abnehmen werde beim Uebergange von der ersten zur zweiten Quelle. Dieselbe Schlufsfolge ist anwendbar auf die Locatellische Lampe, verglichen mit der Argand'schen, so dafs, ungeachtet die Strahlen polarisirbarer werden in dem Maafse als man vom glühenden Platin zu den höheren Wärmequellen übergeht, dennoch die beiden grünen Turmalinpaare schwächere Polarisations-Indices geben.

Ohne Kenntnifs der Gesetze des Wärmedurchgangs und der von ihnen an die Hand gegebenen Zerlegungsmittel würden uns diese so wunderlichen Polarisationserscheinungen vielleicht ein ganz verworrenes Chaos geblieben seyn. Gegenwärtig können wir sie kurz so fassen:

»Auf die verschiedenartigen Wärmestrahlen, welche in der Strahlung einer und derselben Wärmequelle enthalten sind oder von verschiedenen Wärmequellen ausgesandt werden, wirkt die Ursache, welche bei den Turmalinen die Polarisationserscheinungen sichtbar macht, sehr ungleich. Einige erleiden anscheinend keine Wirkung dieser Art, andere geben mehr oder weniger deutliche Polarisations-Indices, und noch andere endlich werden vollständig polarisirt wie das Licht. Die Turmaline im Allgemeinen, und besonders die grünen, absorbiren die polarisirbareren Strahlen, und lassen Strahlen durch, die der polarisirenden Wirkung ganz oder theilweis zu entgehen scheinen. Daraus folgt, dafs ihr scheinbarer Polarisations-Index im Allgemeinen sehr schwach und zuweilen selbst unwahrnehmbar ist. Allein er wächst bis 22 Procent und vielleicht darüber bei Plattenpaaren, die eine gröfsere Menge höchst polarisirbarer Wärme durch-

lassen, wie diefs bei gelben, braunen und violetten Turmalinen der Fall ist. Der scheinbare Polarisations-Index eines gegebenen Plattenpaares variirt bedeutend von einer Quelle zur andern, weil bei diesem Uebergang eine Veränderung in der Qualität und Gruppirung der Wärmestrahlen eintritt. Dieser Index variirt endlich, und in gewissen Fällen erreicht er fast seine beiden äufsersten Gränzen 0 und 100, wenn man zwischen derselben Quelle und demselben Turmalinpaar diathermane Platten von verschiedener Natur aufstellt, weil die eigenthümliche Absorption dieser Schirme das Quantitätsverhältnifs zwischen den verschiedenen Strahlengruppen in der vom polarisirenden System natürlich durchgelassenen Wärmefluth abändert.«

Bei allen diesen Definitionen sprechen wir sorgfältig nur von den *scheinbaren* Anzeigen schwacher Wärmepolarisation mittelst Turmaline, denn in der That könnten alle Wärmestrahlen, die directen wie die von irgend einem Schirme durchgelassenen, sehr wohl, wie das Licht, im Innern dieser Krystalle vollständig polarisirt werden, ohne dafs dennoch diese polarisirende Wirkung sichtbar würde durch eine Verminderung der durchgelassenen Wärmequantität beim Uebergang aus der parallelen Stellung der Turmalin-Axen in die rechtwinkliche.

Um diese Behauptung zu begreifen, ist es nothwendig sich zu erinnern, was bei der Polarisation des Lichts durch Turmaline vorgeht.

Wenn ein Strahl natürlichen Lichts senkrecht durch eine parallel ihrer Axe geschnittene Turmalinplatte geht, so zerfällt die Doppelbrechung anfangs diesen Strahl in zwei gleich starke und gegen einander rechtwinklich polarisirte Bündel; allein so wie diese Bündel tiefer in die Turmalinmasse eindringen, erleiden sie eine sehr verschiedene Absorption, welche bei dem aufserordentlich gebrochenen weit stärker ist, so dafs bei einer oft sehr kleinen Dicke einer der Bündel ganz absorbirt wird, der

andere aber seinen Weg fortsetzt, zur Platte hinaustritt und sich mit seiner ihm eignen Polarisation zeigt. Diese ungleiche Absorption wird durch folgenden, Hrn. Biot angehörigen Versuch bewiesen. Man nehme eine etwas dicke, parallel der Axe geschnittene Turmalinplatte, die sich nach einer Seite hin verdünnt, so dafs die beiden Flächen der Platte einen gewissen Winkel bilden, sich genau längs einer der Kanten schneiden. Ein sehr schmaler Streif weifsen Papiers oder irgend ein anderer dünner Gegenstand, parallel mit der Kante, durch diesen Keil betrachtet, giebt dann zwei Bilder, die nicht mehr übereinanderliegen oder zusammenfliefsen, sondern durch die Döppelbrechung des Turmalins getrennt sind. Achromatisirt man den brechenden Winkel mit einem Glasprisma, um deutlicher zu sehen, so findet man, dafs die beiden Bilder, wenn man sie durch den dünnsten Theil des Turmalins betrachtet, eine fast gleiche Intensität besitzen; allein, so wie man nach und nach die dickeren Theile vor das Auge bringt, sieht man das von der ordentlichen Brechung herrührende Bild allmälig schwächer werden und zuletzt ganz erlöschen.

Es ist also gewifs die *ungleiche* Absorption der beiden durch die Doppelbrechung gebildeten Bündel, wodurch die Polarisation in einer Turmalinplatte merkbar wird. Uebte die Substanz der Platte eine gleich starke Absorption auf die zwei Bündel aus, so würden sie beide mit einander gemengt austreten und alle Eigenschaften des gewöhnlichen Lichtes darbieten, so dafs eine zweite Turmalinplatte, die mit ihrer Axe senkrecht gegen die erste gestellt würde, keine angebbare Schwächung in der Stärke des durchgelassenen Lichts hervorbrächte.

Wenden wir nun diese Erfahrungen auf die Wärmepolarisation an. Gesetzt, dafs alle Wärmestrahlen beim Eintritt in die Turmalinplatte, wie das Licht, eine vollständige Polarisation erlitten, und dafs dem gemäfs ein jeder in zwei gleich starke und unter sich rechtwink-

lich polarisirte Bündel getheilt würde. Gesetzt ferner, dafs die *Ungleichheit* der von der Turmalinmasse auf die beiden Bündel ausgeübten Absorption variire mit den verschiedenen Wärmestrahlen, dafs sie sehr grofs sey für gewisse Strahlen, schwach oder Null für andere. Dann ist klar, dafs die ersteren vollständig nach einer Ebene polarisirt zum Turmalin hinaustreten, während die anderen mehr oder weniger nach beiden rechtwinklichen Ebenen polarisirt sind, und den Schein einer unvollständigen oder ganz fehlenden Polarisation darbieten.

Alle die zuvor beschriebenen Thatsachen lassen sich also in der Annahme erklären, dafs die Wärmestrahlen vollständig polarisirt werden; und in der That werden wir sehen, dafs diese Annahme durch die folgenden Versuche sehr wahrscheinlich, fast zur Gewifsheit wird. Indefs, ehe wir diesen Gegenstand verlassen, ist es vielleicht nicht unnütz durch ein leicht begreifliches Beispiel die beiden verschiedenen Wirkungen, welche die Licht- und die Wärmestrahlen durch die Turmaline erleiden, in Parallele zu stellen.

Denken wir uns eine Reihe Weingeistflammen, gefärbt durch verschiedene Salze, und eine Reihe gewöhnlicher Flammen mit verschiedenfarbigen Gläsern davor. Betrachtet man diese Lichter durch unsere Turmalinsysteme, anfangs beim Parallelismus ihrer Axen, dann bei Rechtwinklichkeit derselben, so werden alle farbigen Bilder, die man im ersten Fall mit ziemlicher Lebhaftigkeit erblickte, im zweiten vollständig verschwinden oder wenigstens bis auf äufserst schwache Scheine herabsinken [1]).

1) Hr. Biot besitzt ein Prisma aus einem schwach violettrothen Turmalin, welches nicht nur den ordentlichen Strahl nicht vollständig auslöscht, wie es die zu dünnen oder zu schwach gefärbten Turmaline thun, sondern auch denselben bei der Schwächung färbt, so dafs man die beiden Bilder eines schmalen Gegenstandes, betrachtet durch dieses Prisma, zwar nahe an der Kante des brechenden Winkels beinahe weifs und gleich stark erblickt, aber in dem Maafse als man den dickeren Theil vor

Die Strahlen des glühenden Platins oder des Kupfers von 400° C. stellen bei der strahlenden Wärme die farbigen Weingeistflammen vor; und die Strahlen der Locatellischen Lampe, durchgelassen von Wasser, Glas oder Alaun, sind in Bezug auf diese Wärme nicht anders als die verschiedenfarbigen Lichter, welche man durch gefärbte Gläser erblickt. Nun haben wir gesehen, dafs die Wirkung der Turmaline auf die verschiedenen Strahlengattungen bei weitem nicht gleich sind wie beim Licht, sondern dafs sie so beträchtliche Unterschiede darbieten, dafs die Wärme bald für alle Stellungen der Krystallaxen in fast gleicher Menge durchgeht, bald fast vollständig aufgefangen wird, wenn die Axen beider Platten gegen einander senkrecht stehen.

Die Erscheinungen der ungleichen Wärmepolarisation, erzeugt durch dasselbe Turmalinpaar, welches die Lichtstrahlen aller Farben gleich gut polarisirt, sind analog den äufserst beträchtlichen Absorptionsunterschieden beim Durchgang verschiedener Arten von Wärmestrahlen durch eine hinreichend dünne Platte von Glas, Bergkrystall, Wasser, Alkohol und fast allen vollkommen durchsichtigen Substanzen, deren absorbirende Kraft, zwischen diesen Dickengränzen, für alle Lichtstrahlen Null oder gleich grofs

das Auge schiebt, das ordentliche Bild etwas schwächer und zugleich entschiedener roth werden sieht, während das aufserordentliche Bild niemals eine andere Farbe zeigt als die schwache, welche dem Turmalin angehört. Es scheint also, dafs zwei Platten von dieser eigenthümlichen Turmalingattung nicht gleichmäfsig auf alle Farbenstrahlen wirken und bei Rechtwinklichkeit ihrer Axen noch rothes Licht durchlassen würden. Vielleicht würden selbst diese rothen Strahlen zuletzt ausgelöscht, wenn die beiden Platten eine gewisse Dicke hätten. Uebrigens ist diefs nur eine Ausnahme; denn alle anderen Turmaline wirken beständig so wie oben angeführt, d. h. zwei Platten derselben löschen bei Rechtwinklichkeit ihrer Axen die Lichtstrahlen von jeder Farbe ohne Unterschied und gleich stark aus.

ist [1]). Zu den Wirkungen, die von einem Wärmestrahl zum andern sich stark verändern, dagegen beim Licht beinahe constant bleiben, gehört auch die veränderliche Absorption der verschiedenen Wärmegattungen durch weifse Oberflächen undurchsichtiger Körper, welche Lichtstrahlen von verschiedener Farbe in gleichem Verhältnifs zurücksenden. *Diefs* alles sind eben so viele Bedingungen,

1) Die Versuche über die verschiedene Absorption des Lichts und der Wärme des Sonnenspectrums durch farblose und farbige Mittel (*Annal. de chimie et de physique, Decemb.* 1835, *p.* 402. — Annal. Bd. XXXVII S. 490) bieten ein noch auffallenderes Beispiel derselben Art dar, denn die Unterschiede zeigen sich dort bei Paaren von Wärme- und Lichtstrahlen, welche, durch die Kraft der Brechung isolirt und gewissermafsen gereinigt, scheinen Wärme und Licht am identischsten zu constituiren. Und hier erlaube ich mir einen seltsamen Irrthum zu berichtigen, in welchen der junge und gelehrte Nachfolger Leslie's bei Gelegenheit dieser Versuche verfallen ist. In seinem Briefe an die Herausgeber des *London and Edinburgh philosophical Magazine* (März 1836, *p.* 245. — Auszugsweise in diesen Annalen, Bd. XXXVII S. 501) lese ich nämlich, dafs meine Arbeit besonders den Zweck hätte, Einwürfe gegen die Undulationstheorie der Wärme zu erheben (M. Melloni *lately read a paper to the Academie of Sciences stating certain objections to the undulatory theory of heat*). Diefs war nun aber sicher nicht meine Absicht, die, ich glaube, in einer Anmerkung am Schlusse meiner Abhandlung ziemlich deutlich ausgedrückt ist. Bei Bekanntmachung dieser Thatsachen hatte ich allein die Behauptung im Auge, welche sich am Eingang meiner Mittheilung an die Academie ausgesprochen findet, die nämlich, dafs Licht und strahlende Wärme nicht identisch seyen, eine Behauptung, die offenbar von jeder Theorie unabhängig ist. Man mag sich nun zur Emanations- oder zur Undulationstheorie bekennen, so scheint es mir doch heut nicht mehr möglich zu behaupten, dafs ein und dasselbe Molecule oder eine und dieselbe Welle, welche an einem bestimmten Ort des Sonnenspectrums z. B. gelbes Licht erzeugt, auch die begleitende Wärme hervorbringe. Das ist der *einzige* Schlufs, den ich aus den in meiner Abhandlung enthaltenen Versuchen gezogen habe. Wahrscheinlich ist der Verfasser des Briefes durch die Art der Aufstellung dieses Satzes zu seinen Irrthum verleitet, indem ich ihn in Worten ausdrückte, die

denen jede Theorie, welche das Licht und die strahlende Wärme von einer Ursache ableiten will, künftig Genüge zu leisten hat.

(Fortsetzung folgt.)

blofs einer dieser Theorien angehören, und nach Argumenten, die mir schienen, in der Annahme einer Identität, den Einwürfen begegnen zu müssen, welche aus den früher bakannten Unterschieden zwischen der Wirkung diaphaner und diathermaner auf Wärme und Licht irdischen Ursprungs gezogen wurden; Argumente, welche nothwendig in der Sprache einer der zur Erklärung der Wärmestrahlen angenommenen Hypothesen ausgedrückt werden mufsten. Ich wählte das Undulationssystem, allein ich hätte sie eben sowohl nach dem Emanationssystem angeben können. Uebrigens sind die in jener Abhandlung gemachten Einwürfe nicht speciell anwendbar auf die Undulationstheorie; wenn man einige dieser Theorie eigenthümliche Ausdrücke fortläfst, und die Worte *Welle* und *Länge* in *Molecül* und *Art* umändert, bleibt das Raisonnement noch stehen, und man gelangt so zu dem, dort in der Sprache des Emanationssystems gegebenen, Hauptschlufs, dafs im Innern des Sonnenspectrums ein und dieselben Theilchen nicht zugleich die beiden Wirkungen des Lichts und der Wärme hervorbringen können. Der einzige Zweck übrigens, den ich bei meinen Untersuchungen über die strahlende Wärme verfolge, ist das Studium der Gesetze und der Eigenschaften dieses Wesens. Niemals werde ich so anmafsend seyn, durch irgend ein Resultat *die Anhänger der Wärmewellen* oder Wärmetheilchen *zittern machen zu wollen.* Ich selbst *zittere* eher davor, durch vorgefafste Meinungen die Wahrheit der Erscheinungen zu verkennen, und ich glaube nicht, dafs Jemand gegen eine so heilsame *Furcht* etwas einzuwenden habe; allein ich bekenne, dafs jede andere Besorgnifs mir kaum philosophisch zu seyn scheint.

## II. *Ueber die Erklärung verschiedener Erscheinungen des Lichts nach der Wellenlehre. Drei Briefe des Herrn Cauchy an Herrn Ampère*[1]).

(*Compt. rend. hebdom.* 1836, *pt. I p.* 182, 207 und 364)

### 1) Erster Brief.

Die sieben ersten Lieferungen meiner »*Nouveaux exercices*« enthalten die Fortsetzung meiner Abhandlung über die Dispersion des Lichts; einige andere beziehen sich auch auf denselben Gegenstand. Im §. 3 p. 34 und 35 habe ich angegeben, welche Bedingungen zur gleichen allseitigen Fortpflanzung des Lichts nothwendig und hinrei-

1) Diese Briefe an den nunmehr verstorbenen Ampère bilden mit den folgenden gleichsam einen Anhang zu dem, kürzlich auf Kosten der Königl. Gesellschaft zu Prag herausgegebenen Werke des Hrn. Cauchy: »*Memoire sur la dispersion de la lumière*« (einem Quartband von 234 Seiten), wo derselben p. 204 gedacht wird. Da sie geeignet sind, die Wichtigkeit der analytischen Untersuchungen des Verfassers fühlbar zu machen, andererseits auch einige, selbst für den experimentirenden Physiker bemerkenswerthe Resultate einschliefsen, so schien ihre Aufnahme in diese Annalen nicht unzweckmäfsig. Was übrigens jenes Werk selbst betrifft, so ist es keines zusammenhängenden Auszugs fähig. Man mufs es im Detail studiren, wenn man genau erfahren will, wie es Hrn. Cauchy durch Anwendung eines tiefen Calculs gelungen ist, die von Fresnel zwar angedeuteten, aber nicht weiter verfolgten Ideen so auszubilden, dafs dadurch nicht nur die bisherigen Haupteinwürfe gegen die Undulationstheorie gehoben, sondern auch neue Stützpunkte für dieselbe gewonnen wurden. Nur einige numerische Resultate sind für die Aufnahme in eine Zeitschrift geeignet, und diese werden wir nicht verfehlen, den Lesern nächstens mitzutheilen. Eine ungefähre Idee von den Untersuchungen des Hrn. Cauchy wird übrigens der in diesen Annalen, Bd. XXXVII S. 360, enthaltene Aufsatz des Hrn. Tovey gegeben haben. *P.*

chend sind. Diese Bedingungen errichten numerische Verhältnisse zwischen gewissen dreifachen Summen und Summen bestimmter Differenzen, bestehend aus Gliedern, deren jedes abhängt: 1) vom gegenseitigen Abstande $r$ zweier Aetherthéilchen; 2) von den Winkeln $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ der Verbindungslinie mit den Coordinataxen, und 3) von der Wirkung $f(r)$ zweier Theilchen auf einander; auch liefern sie Mittel, die Summen, welche man in der Rechnung beibehält, von den Winkeln $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ zu befreien. Diese Bedingungen als erfüllt angenommen, erhält man für alle Mittel eine erste Annäherung für die Bewegungen des Aethers, und man findet, dafs die Dauer $T$ einer Molecular-Oscillation für eine gegebene Farbe oder das Verhältnifs $s=\frac{2\pi}{T}$ verknüpft ist mit der Dicke $l$ einer ebenen Welle oder dem Verhältnifs $k=\frac{2\pi}{l}$ durch eine Gleichung dritten Grades in $s^2$ mit zwei gleichen und einer einfachen Wurzel, welche alle in Reihen, nach steigenden Potenzen von $k^2$ entwickelbar sind. Für eine gegebene Farbe, d. h. für einen gegebenen Werth von $s$, dient diese Gleichung zur Bestimmung der Wellenlänge oder des Werthes von $k$ und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts oder $\Omega=\frac{s}{k}$.

Andererseits werden die erwähnten Bedingungen immer erfüllt, wenn die doppelten Summationen in Bezug auf die Winkel umgewandelt werden können in doppelte Integrationen unendlich kleiner Differenzen. Es ist also natürlich zu glauben, dafs man für die Bewegungen des Aethers in allen Mitteln eine erste Annäherung und wahrscheinlich die Gesetze seiner Bewegung im Vacuo mit einer grofsen Genauigkeit erhalten werde, wenn man die dreifachen Summen bestimmter Differenzen in dreifache Integrale unendlich kleiner Differenzen umwandelt. In der Reihe, welche die Entwicklung der doppelten Wur-

zel der Gleichung dritten Grades darstellt, wird dann der Coëfficient von $k^{2n}$ ein einfaches Integral in Bezug auf $r$, und er reducirt sich sogar auf eine Constante, multiplicirt mit dem Unterschiede zwischen den beiden Werthen, welche das Product $r^{2n+2}f(r)$ annimmt, wenn man der Entfernung $r$ successiv die Werthe Null und unendlich giebt.

Diefs gesetzt, verschwindet das Phänomen der Dispersion, wenn das besagte Product für einen unendlichen Werth von $r$ immer erlischt, und sich für $n=1$ und $r=0$ auf eine von der Null verschiedene Constante reducirt. Diefs ist z. B. der Fall, wenn die Function $f(r)$ von der Form $\frac{A}{r^4}e^{-hr}$ ist, und $h$ einen positiven Werth besitzt. Ueberdiefs mufs, damit das Verhältnifs $\frac{k^2}{s^2}$ positiv bleibe, die Constante $A$ negativ seyn, d. h. die Aetherth eilchen müssen sich abstofsen.

Mithin geben unsere Formeln, übereinstimmend mit der Erfahrung, im Vacuo eine gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit für alle Farben, wenn die gegenseitige Wirkung zweier Aetherth eilchen eine Kraft ist, welche, bei einer beträchtlichen Nähe dieser Molecüle, *abstofsend wirkt, und zwar umgekehrt proportional der vierten Potenz des Abstandes.*

Schon in den alten »*Exercices*,« *Vol. III p.* 203, hatte ich, bei Betrachtung der Bewegung eines Systems von materiellen Punkten bemerkt, dafs man das Product $r^4f(r)$ mit $r$ als Null annehmen müsse, um die Glieder verschwinden zu machen, welche Hr. Navier in den Gleichungen für die elastischen Körper beibehalten hatte. Meine neuen Untersuchungen müssen glauben machen, dafs dieses Product nicht verschwindet mit $r$ in dem Aetherfluidum. Wahrscheinlich verschwindet es auch nicht mit $r$ in starren Körpern; und daraus folgt, dafs

man die Bewegung elastischer Körper mit einer für sehr viele Fälle hinreichenden Annäherung berechnen kann, wenn man, mit Hrn. Navier, die Summen bestimmter Differenzen in Integrale unendlich kleiner Differenzen verwandelt.

Verwandelt man die auf die Winkel bezüglichen Summen nicht mehr in Integrale unendlich kleiner Differenzen, so werden die beiden gleichen Wurzeln der Gleichung zweiten Grades im Allgemeinen ersetzt durch zwei von einander verschiedene Wurzeln, und man erhält die Erscheinungen der Polarisation und Doppelbrechung, wie man in den schon publicirten Paragraphen meiner Abhandlung gesehen hat. Allein man kann die darin enthaltenen Resultate noch verallgemeinern, wenn man die Formeln (24) des §. 2 entwickelt, und nicht mehr vernachlässigt die Summen derjenigen Glieder, welche zugleich mit dem Cosinus der drei Winkel $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ das Zeichen wechseln. Die Wurzeln der Gleichung dritten Grades, in Reihen entwickelt, enthalten dann ungerade Potenzen von $k$ multipltcirt mit $\sqrt{-1}$, und in Folge defs wird der Werth von $k$, welcher einem gegebenen Werth von $s^2$ entspricht, zum Theil imaginär, und negative Exponentialgröfsen, eingeführt als Factoren in die Werthe der Molecular-Verschiebungen, können machen, dafs diese sehr rasch abnehmen, und in einem mehr oder weniger bedeutenden Abstande von der Oberfläche des brechenden Mittels unmerklich werden. Wenn dieser Abstand vergleichbar ist mit den Wellenlängen wird das Mittel undurchsichtig.

Da ferner die Coëfficienten von $r$ in den negativen Exponentialgröfsen eine Function von $k$ sind, so variiren sie mit den Farben, so wie bei dem Uebergang vom ordentlichen Strahl zum aufserordentlichen. So verallgemeinert repräsentiren unsere Formeln die Phänomene der Absorption des Lichts oder gewisser Strahlen in farbigen Gläsern, im Turmalin u. s. w., die Phänomene der Cir-

cularpolarisation beim Bergkrystall, Terpenthinöl u. s. w. Sie dienen sogar zur Bestimmung der Bedingungen und der Gesetze dieser Erscheinungen. Sie zeigen, dafs allgemein in einem polarisirten Lichtstrahl jedes Aethertheilchen eine Ellipse beschreibt. In gewissen besonderen Fällen verwandelt sich diese Ellipse in eine Gerade, und dann hat man die geradlinige Polarisation. Ueberdiefs, wenn der Coëfficient von $r$ in den negativen Exponentialgröfsen verschieden ist von Null, nehmen die von den verschiedenen Theilchen beschriebenen Ellipsen mit steigenden Werthen von $r$ immer mehr und mehr ab, und wenn diese Werthe in arithmetischer Progression wachsen, nimmt die Intensität des Lichts in geometrischer Progression ab. Endlich beweist die Rechnung, dafs die Polarisation der vom Terpenthinöl u. s. w. und vom Bergkrystall parallel der Axe durchgelassenen Strahlen nicht genau circular ist, sondern elliptisch nach einer sehr wenig vom Kreise abweichenden Ellipse.

## 2) Zweiter Brief.

Wenn die Fortpflanzung des Lichts nach allen Richtungen gleich ist, so liefert die Gleichung dritten Grades zwischen der den Schwingungszeiten der Aethertheilchen umgekehrt proportionalen Gröfse $s$ und der den Wellenlängen umgekehrt proportionalen Gröfse $k$, wenn sie in Bezug auf $s^2$ aufgelöst wird, zwei gleiche und eine einfache Wurzel. Nun finde ich, dafs es, statt diese Wurzeln in Reihen zu entwickeln, bequem ist, sie in geschlossener Form darzustellen. Nennt man dann $r$ den gegenseitigen Abstand zweier Molecüle und $f(r)$ ihre Wirkung auf einander, und verwandelt die dreifachen Summen in Integrale, so finde ich, dafs die doppelte Wurzel dargestellt werden kann durch die Summe zweier Glieder, eines constanten und eines mit $k^2$ proportionalen. Das constante Glied hat zum Factor den äufsersten Werth des Products $r^2 f(r)$, entsprechend einem unend-

lichen Werth von $r$. Das zweite Glied hat zum Factor den Werth des Products $r^n f(r)$, entsprechend $r=0$. Daraus folgt, dafs die doppelte Wurzel oder der erste Werth von $s^2$ in zwei Hypothesen verschwindet, nämlich: 1) Wenn $r^n f(r)$ sich für $r=0$ auf eine geschlossene Constante reducirt; 2) wenn $r^2 f(r)$ sich für $r=\infty$ auf eine geschlossene Constante reducirt. Die erste Bedingung wird erfüllt, wenn man hat:

$$f(r)=\frac{A}{r^n}e^{-ar},$$

oder selbst wenn man sie $=0$ reducirt annimmt:

$$f(r)=\frac{A}{r^n}.$$

Die zweite Bedingung wird erfüllt, wenn man hat:

$$f(r)=\frac{A}{r^2}.$$

Die erste Hypothese scheint mir die Bewegungen des Aethers im Vacuo auszudrücken. Ob die zweite die Molecularbewegungen wägbarer Körper vorstelle, werde ich späterhin untersuchen. In beiden Hypothesen bleiben die Glieder stehen, welche Hr. Navier in den Gleichungen für die Bewegung der Körper beibehalten hat, wie ich bereits in meinem letzten Briefe sagte. Zu bemerken ist jedoch, dafs die Verhältnisse zwischen den Coëfficienten, wie es scheint, verschieden sind von denen, welche den elastischen Körpern zuzukommen scheinen. Ueberdiefs mufs man bei der ersten Hypothese für den Anfang eines gewissen auf $r$ bezüglichen Integrals nicht genau einen Werth von $r$ gleich Null nehmen, sondern den Abstand der nächsten Molecüle; sonst wird dieses Integral, welches sich übrigens nur in dem zweiten Werth von $s^2$ vorfindet, unendlich. Was diesen zweiten Werth von $s^2$ betrifft, so wäre es interessant zu untersuchen, ob er nicht die Bewegung der Wärme repräsentiren könnte.

### 3) Dritter Brief.

Die allgemeinen Formeln, zu denen ich bei meinen neuen Untersuchungen über die Theorie des Lichts gelangt bin, liefern nicht bloſs die Gesetze der Fortpflanzung des Lichts im Vacuo und in verschiedenen durchsichtigen Mitteln, wie ich Ihnen in meinen Briefen vom 12. und 19. Februar meldete, oder die Gesetze der Reflexion und der Refraction an der Oberfläche durchsichtiger Körper, wie ich in zwei Briefen an Hrn. **Libri** vom 19. und 28. März gezeigt habe [1]), sondern sie sind auch anwendbar auf die Fortpflanzung des Lichts in dem der Oberfläche benachbarten Theil eines undurchsichtigen Körpers, und auf die Reflexion des Lichts an einem solchen Körper. Ueberdieſs weiſs man, daſs, wenn Licht aus einem brechenden Mittel in ein anderes, weniger brechendes übergeht, dieses letztere opak wird für die Strahlen, welche seine Oberfläche unter einem solchen Winkel treffen, daſs das Complement $\tau$, d. h. der Einfallswinkel gröſser wird als eine äuſserste Gränze, welche man den Winkel der totalen Reflexion nennt. In meinem letzten Briefe an Hrn. **Libri** habe ich auf die erstaunliche Vervielfältigung des Lichtes aufmerksam gemacht [2]), welche eintritt im Moment, wo der Winkel $\tau$ auf dem Punkte steht, diese Gränze zu erreichen; und ich habe die Formeln gegeben, welche, wenn das einfallende Licht geradlinig polarisirt ist, die Intensität des gebrochenen bestimmt, eben so wie die Intensität des

1) S. 48 u. ff.

2) Diese Vervielfältigung des Lichts hat ebenfalls, obwohl in einem schwächeren Grade statt, wenn man einen Strahl betrachtet, welcher, nachdem er, senkrecht gegen eine erste Fläche, in ein Glasprisma eingetreten ist, an einer zweiten Fläche total reflectirt wird und senkrecht gegen eine dritte Fläche zum Prisma austritt. Dieſs kann schon aus den Formeln von **Young**, **Poisson** und **Fresnel** gefolgert werden

reflectirten Lichts mit den Bewegungen der Polarisationsebenen. Allein diese Formeln, von denen drei mit denen von Fresnel und Brewster zusammenfallen, so wie die daraus entspringenden Gesetze, welche mit geringeren Modificationen in Deren Angabe subsistiren, sobald die Polarisation elliptisch oder circular wird, beziehen sich alleinig auf den Fall, wo das brechende Mittel in Bezug auf den einfallenden Strahl nicht die Rolle eines opaken Körpers spielt, d. h. (wenn das zweite Mittel weniger brechend als das erste ist) auf den Fall, wo der Einfallswinkel kleiner ist als der Winkel der totalen Reflexion. Die Resultate, welche ich für den entgegengesetzten Fall erhalten habe, scheinen mir interessant genug, daſs Sie es verzeihen werden, wenn ich sie hier auseinandersetze, und Sie bitte meinen Brief der Academie mitzutheilen.

Gesetzt ein polarisirter Lichtstrahl falle auf die Trennungsfläche zweier Mittel, von denen das erste das brechendere sey, und der Einfallswinkel sey gröſser als der Winkel der totalen Reflexion. Nennt man $\tau$ den Einfallswinkel, $\frac{1}{\vartheta}$ das Verhältniſs, welches zwischen dem Einfalls- und dem Brechungswinkel besteht, ehe der gebrochene Strahl verschwindet, endlich $l=\frac{2\pi}{K}$ und $l'=\frac{2\pi}{K'}$ die Dicken, welche eine Lichtwelle im ersten und im zweiten Mittel erlangt, so hat man:

$$\vartheta=\frac{K}{K'}=\frac{l'}{l} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

und wenn man überdieſs setzt:

$$b=\vartheta \sin\tau \;\ldots (2) \quad ; \quad a=\sqrt{b^2-1} \;\ldots\; (3)$$

so wird die Intensität des Lichts im zweiten Mittel, in dem Abstande $x$ von der Trennungsfläche, proportional der negativen Exponentialgröſse $e^{-aK'x}$. Wird $\tau$ zum Winkel der totalen Reflexion, so hat man:

$$\sin\tau = \frac{1}{\vartheta}\ ;\ b = 1\ ;\ a = 0\ ;\ e^{-aK'x} = 1$$

und das gebrochene Licht hat eine grofse Intensität. Wenn aber $\tau$ von der eben angegebenen Gränze wächst, so erlöscht das Licht in einem Abstande, der mit der Dicke $l'_e$ der Wellen, die das zweite Mittel durchlassen kann, vergleichbar und desto geringer ist als $a$ gröfser. Setzt man $\tau = \frac{1}{2}\pi$, so erreicht $a$ seine obere Gränze $\sqrt{\vartheta^2 - 1}$. Ueberdiefs ersetzt die durch die Formel (2) bestimmte Gröfse $b$ hier den Refractionssinus, mit welchem sie zusammenfällt, wenn man hat $\sin\tau = \frac{1}{\vartheta}$. Betrachten wir jetzt das reflectirte Licht.

Der einfallende Strahl, welchen wir als nach irgend einer Richtung geradlinig polarisirt annehmen, kann ersetzt werden durch ein System von zwei unter sich rechtwinklich polarisirten Strahlen, einem nach der Einfallsebene, und einem darauf senkrecht polarisirten. Wir wollen diese letzteren Strahlen componirende nennen. Nach der Reflexion wird jeder dieser Strahlen die ihm eigene Intensität bewahren, und wenn überdiefs der Winkel $\tau$ sich auf den Winkel der totalen Reflexion reducirt, so ist der Gang der Wellen in beiden derselbe vor und nach der Reflexion. Wenn aber $\tau$ gröfser wird als der Winkel der totalen Reflexion, dann verschiebt die Reflexion, in jedem der componirenden Strahlen, alle Wellen, sie schiebt jede derselben vorwärts um eine gewisse Strecke, die ihre obere Gränze erreicht, und einer halben Wellen-Dicke oder $\frac{\pi}{K}$ gleich wird, wenn $\sin\tau = 1$, d. h. wenn der einfallende Strahl einen unmerklich kleinen Winkel mit der Trennungsfläche beider Mittel macht. Bleibt $\sin\tau$ zwischen den Gränzen $\frac{1}{\vartheta}$ und 1, so ist die besagte Strecke im Allgemeinen nicht dieselbe in den beiden componirenden Strahlen. Bezeichnet man dann diese Strecke

für den senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirten Strahl mit $\frac{\mu}{K}$ und für den parallel mit dieser Ebene polarisirten Strahl $\frac{\nu}{K}$, so findet man:

$$tang\,\frac{\mu}{2}=\vartheta\,\frac{a}{\cos\tau}\;\ldots\;(4)\;;\;tang\,\frac{\nu}{2}=\frac{1}{\vartheta}\cdot\frac{a}{\cos\tau}\;\ldots\;(5)$$

folglich:

$$tang\,\frac{\mu}{2}=\vartheta^2\,tang\,\frac{\nu}{2}\;\ldots\ldots\ldots\;(6)$$

Bezeichnet man dann durch $\omega$ den Winkel der totalen Polarisation eines partiell reflectirten Strahls und setzt demgemäſs:

$$tang\,\omega=\frac{1}{\vartheta}\;\ldots\ldots\ldots\ldots\;(7)$$

so ergiebt sich aus der Gleichung (6)

$$\sin\tfrac{1}{2}(\mu-\nu)=\cos 2\omega\,\sin\tfrac{1}{2}(\mu+\nu)\;\ldots\;(8)$$

und aus den Gleichungen (4) und (5) addirt zu denen (2) und (3):

$$\left.\begin{aligned}\cos^2\tau&=\frac{\sin\frac{1}{2}(\mu-\nu)\cos\frac{1}{2}\nu}{\sin\frac{1}{2}\mu}\\ \sin^2\tau&=\frac{\cos\frac{1}{2}(\mu-\nu)\sin\frac{1}{2}\nu}{\sin\frac{1}{2}\mu}\\ tang^2\,\tau&=\frac{tang\,\frac{1}{2}\nu}{tang\,\frac{1}{2}(\mu-\nu)}\end{aligned}\right\}\;\ldots\ldots\;(9)$$

Aus der Gleichung (8) folgt, daſs die Gangverschiedenheit der beiden componirenden Strahlen oder die Gröſse:

$$\frac{\mu-\nu}{K}\;\ldots\ldots\ldots\ldots\;(10)$$

ihr Maximum erreicht, wenn die Summe $\mu+\nu$, welche zwischen den Gränzen 0 und $2\pi$ variirt, ihren mittleren Werth $\pi$ erreicht, d. h. wenn man hat:

$$\mu+\nu=\pi\;\ldots\ldots\ldots\ldots\;(11)$$

Alsdann geben die Formeln (4):

$$tang\,\tfrac{1}{2}\mu=\vartheta\;,\; tang\,\tfrac{1}{2}\nu=\frac{1}{\vartheta}\;,\; a=cos\,\tau \quad . \; . \; (12)$$

folglich:

$$\mu>\tfrac{1}{2}\pi\;,\;\nu<\tfrac{1}{2}\pi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (13)$$

und da man zufolge der Gleichung (11) haben mufs:

$$\mu-\nu<\pi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (14)$$

so führt die Formel (8), reducirt auf:

$$sin\,\tfrac{1}{2}(\mu-\nu)=cos\,2\omega \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (15)$$

zu folgender:

$$\mu-\nu=\pi-4\omega \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (16)$$

woraus, bei Combination mit der Gleichung (7), sich ergiebt:

$$\vartheta=cos\,\tfrac{1}{4}(\pi-(\mu-\nu)) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; (17)$$

Die Combination der ersten der Gleichungen (9) mit den Formeln (11) und (15) giebt:

$$cos^2\tau=cos\,2\omega \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (18)$$

Aus der Bedingung (14) folgt, dafs nach einer einzigen Reflexion der Gangunterschied der beiden Strahlen oder der Ausdruck (10) niemals die halbe Dicke einer Welle oder die Länge einer halben Undulation erreichen kann; sollte sie eine Viertel-Undulation erreichen, müfste der Maximum-Werth von $\mu-\nu$ gleich oder gröfser seyn als $\tfrac{1}{2}\pi$; und folglich müfste dann, gemäfs der Gleichung (17) der Werth von $\vartheta$ gleich oder gröfser seyn als der, bedingt durch die Formel:

$$\vartheta=cot\,\tfrac{1}{8}\pi=2{,}4142 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (19)$$

Diesen letzten Werth von $\vartheta$ angenommen, ergiebt sich aus den Formeln (16) und (18):

$$\omega=\tfrac{1}{8}\pi \quad cos\,\tau=\sqrt{cos\,\tfrac{1}{4}\pi}=2^{-\frac{1}{4}} \quad \tau=32^\circ\,46' \; . \; . \; (20)$$

Vorausgesetzt nun, die Intensitäten der componirenden Strahlen seyen gleich, oder, was auf dasselbe hinausläuft, der ursprüngliche Strahl sey unter 45° gegen die Eintrittsebene polarisirt, so erhält man die Circularpolarisation durch eine einzige Reflexion bei 32° 46'. Nun ist der durch die Formel (19) gegebene Werth

von $\vartheta$ sehr nahe der, welche den wenigst brechbaren Diamanten entspricht. Folglich mufs man, um durch eine einzige totale Reflexion die Circularpolarisation zu erhalten, einen Körper anwenden, dessen Brechungsverhältnifs gleich oder gröfser sey als der des Diamants. Wendet man einen Körper mit einer weniger starken Brechkraft an, so können zwei totale Reflexionen unter einem gewissen Winkel die Circularpolarisation erzeugen, sobald das Brechungsverhältnifs gleich oder gröfser ist als der Werth von $\vartheta$, welchen die Gleichung (17) liefert, wenn man darin setzt: $\mu-\nu=\frac{1}{4}\pi$. Alsdann zieht man aus den Formeln (17) und (18):

$$\vartheta=cot\,\tfrac{3}{16}\pi=1,4966 \quad\ldots\ldots\ldots (21)$$

$$\tau=51^{0}\,47' \quad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

Der obige Werth von $\vartheta$ ist etwas geringer als der dem gewöhnlichen Glase angehörende. Zwei Reflexionen an der Oberfläche von Glas oder einem stärker brechenden Mittel können also Circularpolarisation erzeugen, wenn bei diesen beiden Reflexionen die beiden reflectirenden Oberflächen parallel sind, und wenn überdiefs der Winkel $\tau$ einen bestimmten Werth hat, welcher, für Glas, wenig von $52^{0}$ abzuweichen braucht.

Ueberhaupt, unterwirft man einen polarisirten Strahl einer Reihe totaler Reflexionen an verschiedenen Oberflächen, die alle senkrecht liegen gegen die Einfallsebene, welche auch die Ebene der successiven Reflexionen ist, bestimmt für die erste Oberfläche die Werthe der Winkel $\mu$, $\nu$ mittelst der Formeln (4) und (5), und nennt $\mu'$, $\nu'$, $\mu''$, $\nu''$ ... was bei der zweiten, dritten ... Reflexion aus den Winkeln $\mu$, $\nu$ wird, so wird der Gangunterschied zwischen den beiden componirenden Strahlen ausgedrückt durch das Verhältnifs;

$$\left.\begin{aligned}&\frac{\mu+\mu'+\mu''\ldots-(\nu+\nu'+\nu''\ldots)}{K}\\&=\frac{\mu+\mu'+\mu''\ldots-(\nu+\nu+\nu''\ldots)}{\pi}\cdot\frac{l}{2}\end{aligned}\right\}\quad(23)$$

Diefs Verhältnifs ist Null oder ein Multiplum von $\frac{1}{2}l$, oder, in anderen Worten, wenn die Summe:

$$\mu+\mu'+\mu'' \ldots -(\nu+\nu'+\nu'' \ldots) \ldots (24)$$

sich auf Null oder ein Multiplum von $\pi$ reducirt, so wird das System der beiden componirenden Strahlen zuletzt einen reflectirten Strahl erzeugen, der dem einfallenden ähnlich ist. Wenn die Summe (24) zum Product von $\frac{1}{2}\pi$ in eine ungerade Zahl wird, und überdiefs der einfallende Strahl unter 45° gegen die Einfallsebene polarisirt ist, so wird der reflectirte Strahl circular polarisirt seyn. In allen anderen Fällen ist der Strahl elliptisch polarisirt, d. h. die Curve, welche jedes Aethertheilchen in diesem Strahl beschreibt, ist eine Ellipse. Sind alle reflectirenden Flächen einander parallel und von gleicher Natur, geschehen überdiefs alle Reflexionen unter gleichem Winkel, so reducirt sich die Gröfse (24), wenn man $n$ die Anzahl der Reflexionen nennt, auf das Product:

$$n(\mu-\nu) \ldots\ldots\ldots\ldots (25)$$

Diefs Product hängt von dem Winkel $\tau$ ab, und erreicht sein Maximum für den durch die Formel (18) bestimmten Werth von $\tau$. Diefs Maximum beträgt für Glas ungefähr:

$$\frac{1}{4}n\pi \ldots\ldots\ldots\ldots (26)$$

Wendet man also gewöhnliches Glas an, so mufs man den einfallenden Strahl wenigstens zwei totale Reflexionen erleiden lassen, um Circularpolarisation zu erzeugen, und wenigstens wiederum zwei, um diese zu zerstören. Soll überdiefs die Circularpolarisation durch die beiden ersten Reflexionen erzeugt werden, so mufs nicht nur der Einfallswinkel etwa 52° betragen, sondern auch der einfallende Strahl unter 45° gegen die Einfallsebene polarisirt seyn. Nach vier Reflexionen wird der reflectirte Strahl seinerseits unter 45° gegen die Einfallsebene polarisirt seyn, aber nach der andern Seite. Acht totale Reflexionen unter der Incidenz von 52° führen die

Polarisationsebenen wieder auf dieselbe Seite zurück. Ist der einfallende Strahl nicht mehr unter 45° gegen die Einfallsebene polarisirt, sondern nach irgend einer anderen Ebene, so geben vier totale Reflexionen unter 52° einen reflectirten Strahl, der dem einfallenden ähnlich ist, und die Polarisationsebenen der äufsern Strahlen, des einfallenden und des reflectirten, bilden noch gleiche Winkel mit der Einfallsebene, liegen aber in Bezug auf diese nach entgegengesetzten Seiten. Uebrigens könnte man dasselbe durch fünf, sechs . . . totale Reflexionen bewirken, wenn man den Werth des Einfallswinkels veränderte; und eben so könnte man die Circularpolarisation mittelst drei, vier . . . totale Reflexionen erlangen. Will man sie z. B. durch drei totale Reflexionen, unter gleichem Einfall, erhalten, so bestimmt man die Winkel $\mu$ und $\nu$ mittelst der Formel (8), verknüpft mit der:

$$\mu - \nu = \tfrac{1}{6}\pi = 30^\circ \quad \ldots\ldots\ldots \quad (27)$$

dann den Winkel $\tau$ mit Hülfe einer der Formeln (9). Wendet man ein Glas an, dessen Brechungsverhältnifs $\vartheta = 1{,}52$, so findet man successiv:

$$\omega = 33^\circ\ 20'\ 30'' \qquad \sin \tfrac{1}{2}(\mu + \nu) = 0{,}65368$$

$$\tfrac{1}{2}(\mu + \nu) = 90^\circ \pm 49^\circ\ 10'\ 50''$$

und folglich:

$$\mu = 55^\circ\ 49'\ 10'' \qquad \nu = 25^\circ\ 49'\ 10''$$

oder auch:

$$\mu = 154^\circ\ 10'\ 50'' \qquad \nu = 124'\ 10'\ 50''$$

dann giebt die letzte der Formeln (9):

$$\tau = 42^\circ\ 24' \text{ und } \tau = 69^\circ\ 21'\ 40''.$$

Mithin kann die Circularpolarisation erhalten werden mittelst drei totaler Reflexionen bei einem dieser beiden letzten Winkel, deren halbe Summe beinahe gleich ist dem Winkel, unter welchem dieselbe Art von Polarisation durch blofs zwei Reflexionen erfolgt. Uebrigens sind alle eben angezeigten Resultate übereinstimmend mit den Rechnungen und Versuchen von Fresnel. Eliminirt man überdiefs die Gröfsen $a$, $b$, $\frac{1}{2}(\mu + \nu)$ zwischen

den Formeln (2), (3), (4), (5), so erhält man, $\mu - \nu = \delta$ gesetzt, die Formel:

$$\cos\delta = \frac{2\vartheta^2 \sin^4\tau - (\vartheta^2 + 1)\sin^2\tau + 1}{(\vartheta^2 + 1)\sin^2\tau - 1} \quad \ldots (28)$$

Diese letztere Gleichung ist nun genau dieselbe, welche Fresnel erhielt, als er, wie er bemerkt, untersuchte, was die Analyse sagen wolle mit diesen zum Theil imaginären Formen, welche die Coëfficienten der Oscillationsgeschwindigkeiten, bestimmt in der Hypothese einer partiellen Reflexion, für den Fall der totalen Reflexion annehmen. Diese nämliche Gleichung, welche Fresnel durch verschiedene Versuche bestätigt hat, und *zu Gunsten welcher*, nach einem Ausdruck dieses berühmten Physikers, *sich bereits theoretische Wahrscheinlichkeiten erhoben*, ist, wie man sieht, eine nothwendige Folgerung aus den Formeln, welche wir aufgestellt haben.

Geschehen die beiden Reflexionen unter gleichem Winkel und sind die beiden Einfallsebenen senkrecht auf einander, so hat man offenbar $\mu' = \nu$ und $\nu' = \mu$, $\mu + \mu' - (\nu + \nu') = 0$. Mithin wird dann, nach der zweiten Reflexion, der reflectirte Strahl dem einfallenden ähnlich.

Die angewandte Analyse zeigt ferner, dafs die Werthe von $\mu$ und $\nu$ gleich bleiben, wenn der ursprüngliche Strahl, statt geradlinig polarisirt zu seyn, circular oder elliptisch polarisirt ist.

Schliefslich mufs ich eine Bemerkung machen in Betreff einer Aeufserung in meinem letzten Briefe an Hrn. Libri, nämlich, dafs die auf die Einfallsebene senkrechten Vibrationen durch die Reflexion in andere derselben Art, aber von entgegengesetzter Richtung verwandelt werden u. s. w. Diefs ist von dem Fall zu verstehen, wo das zweite Mittel brechender ist als das erste, also $\tau > \tau'$, wie man durch einen Blick auf die Formeln (1) und (2) jenes Briefes ohne Mühe ersieht. Uebrigens stimmen alle Folgerungen, welche man hinsichtlich der Zeichen aus diesen beiden Formeln ableiten

kann, mit den Schlüssen aus den Formeln von Young, Poisson, Fresnel u. s. w. überein, so wie auch mit der von dem Phänomen der Farbenringe gegebenen Erklärung. In jenem Briefe habe ich auch gesagt, dafs die Intensität des von einem Prisma durchgelassenen Lichts ihr Maximum erreiche, sobald der ausfahrende Strahl senkrecht gegen die Austrittsebene polarisirt sey. Ein von Hrn. Professor Hefsler in Grätz angestellter Versuch hat die Richtigkeit dieses Satzes bestätigt.

---

## III. *Ueber die Theorie des Lichts. Fünf Briefe des Hrn. Cauchy an Hrn. Libri.*

(*Compt. rend. hebdom.* 1836, *I*, *No.* 14, *p.* 341, *No.* 18 *p.* 427, *No.* 19 *p.* 455.)

---

Nach den Grundsätzen, welche ich in meinem »*Mémoire sur la Dispersion*« entwickelt habe, werden die Bewegungen des Aethers für einen einfachen Strahl einer gegebenen Farbe allgemein durch die Formeln (24) des §. 2 jener Abhandlung ausgedrückt. Wenn in diesen Formeln die Derivirten erster Ordnung der Molecular-Verschiebungen $\zeta$, $\eta$, $\varrho$ verschwinden, d. h. wenn die Coëfficienten dieser Derivirten sich auf Null reduciren, so erhält man die Formeln (25) und in Folge defs die Formeln (34), (35) desselben Paragraphs. Die letzte dieser Formeln, oder die Gleichung (35) ist eine Gleichung dritten Grades in $s^2$ und direct zur Bestimmung des Verhältnisses $s = \frac{2\pi}{K}$, oder vielmehr der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten $\Omega = \frac{s}{K} = \frac{l}{T}$ in Function von $K$ und den Cosinus $a$, $b$, $c$ der Winkel, gebildet von dem Perpendikel der Wellenebene mit den Coordinataxen

(*T*

($T$ ist die Dauer einer Vibration und $l=\frac{2\pi}{K}$ die Dicke einer ebenen Welle). Aus dieser Gleichung dritten Grades in $s^2$ leite ich nun sehr einfach eine zweite Gleichung desselben Grades ab, die allemal mit der ersteren verificirt werden mufs, wenn zwei von deren Wurzeln einander gleich werden. Diefs erlaubt, die beiden optischen Axen, d. h. die Richtungen, welche in einem doppeltbrechenden Mittel der ordentliche Strahl einschlagen mufs, um mit dem aufserordentlichen zusammenzufallen, mit grofser Genauigkeit festzusetzen. Die Wurzeln der neuen Gleichung dritten Grades sind, wie die der ersten, Functionen von $K$, $a$, $b$, $c$. Nun braucht man nur anzunehmen, dafs diese Functionen unabhängig werden von $a$, $b$, $c$, und überdiefs nur die Entwicklungen der Unbekannten in Reihen nach steigenden Potenzen von $K$ auf ihre ersten Glieder zu reduciren, um ganz ähnliche Formeln, wie ich in der 51. Lieferung meiner älteren »*Exercices*« gab, zu finden, und folglich auf die Theoreme von Fresnel über die Doppelbrechung, über die Wellenfläche u. s. w. zurückzukommen. Indefs ist hier nothwendig eine Bemerkung zu machen.

Wenn die Wellenebene zusammenfällt mit einer der Hauptebenen in einem Molecular-System, welches drei rechtwinkliche Elasticitätsaxen darbietet, so kann die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines Strahls, der parallel einer dieser Axen polarisirt ist (siehe Liefr. 51 p. 69 und 70), die Quadratwurzel seyn von einer der folgenden sechs Gröfsen:

$$R+H \qquad P+J \qquad Q+G$$
$$Q+J \qquad R+G \qquad P+H$$

Nach den Formeln von Fresnel würden diese sechs Gröfsen sich auf drei reduciren, da die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten bei zwei senkrecht gegen eine und dieselbe Axe polarisirten Strahlen immer gleich sind. Diefs kann nun auf zwei Weisen geschehen, ohne dafs $P$, $Q$,

$R$ verschwinden, und diefs geschieht wirklich, 1) wenn die Bedingungen $G=0$, $H=0$, $J=0$ erfüllt sind, die Vibrationen der Molecüle also in den Ebenen geschehen, die man gewöhnlich Polarisationsebenen nennt, weil alsdann $P+J=P+H=P$; 2) wenn $G$, $H$, $J$ nicht Null sind, die Geschwindigkeiten der Molecüle also senkrecht auf den Polarisationsebenen sind, man folglich zwischen den Gröfsen $P$, $Q$.. $G$, $H$... die Bedingungsgleichungen hat:

$$R+H=Q+J\ ,\ P+J=R+G\ ,\ Q+G=P+H,$$

von denen die beiden ersten die dritte nach sich ziehen. Ueberdiefs ergiebt sich aus den in meinem letzten Briefe auseinandergesetzten Grundsätzen, dafs die Gröfsen $G$, $H$, $J$, d. h. die Drucke für den natürlichen Zustand, nicht im Vacuo verschwinden. Man mufs also der zweiten Hypothese den Vorzug geben vor der ersten, welche ich in der 51. Lieferung der »*Exercices*« entwickelt habe; und man mufs also in dieser Lieferung für die Gleichung der Wellenfläche die Formel (240) nehmen, welche, vermöge der an dem letzten Orte angegebenen Bedingungen, selbst die Form der Gleichungen (218) und (219) annehmen kann. *Mithin hat* Fresnel *Recht zu sagen, nicht nur, dafs die Vibrationen der Aethertheilchen im Allgemeinen in den Wellenebenen enthalten sind, sondern auch, dafs die Polarisationsebenen senkrecht stehen auf den Richtungen der Geschwindigkeiten oder der Molecular-Verschiebungen.*

Zu diesem letzten Schlufs gelange ich übrigens auf eine andere Weise, indem ich die Gesetze der Reflexion und Refraction mit Hülfe einer Methode entwickle, die in meiner Abhandlung entwickelt ist. Nennt man $\tau$ den Einfallswinkel, $\tau'$ den Refractionswinkel, $J$, $J_1$, $J'$ die Intensitäten des Lichtes in dem einfallenden, dem zurückgeworfenen und dem gebrochenen Strahl, endlich $i$, $i_1$, $i'$, die Winkel der Polarisationsebenen dieser drei Strahlen mit der Einfallsebene, so finde ich:

$$\frac{J\cos i}{\sin(\tau+\tau')}=\frac{-J_1\cos{}_1}{\sin(\tau-\tau')}=\frac{J'\cos i'}{2\sin\tau'\cos\tau'}$$

$$\frac{J\sin i}{\sin(\tau+\tau')\cos(\tau+\tau')}=\frac{J_1\sin i_1}{\sin(\tau-\tau')\cos(\tau+\tau')}$$

$$=\frac{J'\sin i'}{2\sin\tau'\cos\tau}$$

## Zweiter Brief.

Da die Zeit mir nicht erlaubt hat, die beiden Formeln am Schlusse meines Briefes zu entwickeln, so beeile ich mich Ihnen hierüber einige Erläuterungen zuzustellen, die ich Sie bitte in meinem Namen ebenfalls der Academie übersenden zu wollen.

Betrachten wir die Reflexion und Refraction von geradlinig polarisirtem Licht an der Trennungsfläche zweier Mittel, von denen keines doppelbrechend ist. Es seyen $J$, $J_1$, $J'$, die absoluten und gröſsten Verschiebungen oder vielmehr die gröſsten Geschwindigkeiten der Aethertheilchen in dem einfallenden, zurückgeworfenen und gebrochenen Strahl. Es seyen ferner $i$, $i_1$, $i'$ die Winkel zwischen den Einfallsebenen und den Richtungen, in welchen besagte Verschiebungen geschehen, oder, mit anderen Worten, den Richtungen der Geschwindigkeiten der Theilchen. Endlich seyen $\tau$, $\tau_1$, $\tau'$ die Winkel der Incidenz, der Reflexion und Refraction.

Die neue Methode, durch welche ich die Gesetze der Reflexion und Refraction feststelle, liefern mir:

1) Die bekannten Gleichungen $\sin\tau_1=\sin\tau$,

$$\cos\tau_1=-\cos\tau \text{ und } \frac{\sin\tau'}{\sin\tau}=Constans.$$

2) die beiden Formeln:

$$\frac{J\sin i}{\sin(\tau+\tau')}=\frac{-J_1\sin i_1}{\sin(\tau-\tau')}=\frac{\vartheta J'\sin i'}{\sin 2\tau}\quad\ldots(1)$$

$$\frac{J\cos i}{\sin(\tau+\tau')\cos(\tau-\tau')}=\frac{J_1\cos i_1}{\sin(\tau-\tau')\cos(\tau+\tau')}=\frac{\vartheta J'\cos i'}{\sin 2\tau}\quad\ldots(2)$$

worin $\vartheta$ eine Gröſse bezeichnet, welche von den Win-

keln $\tau$, $\tau'$ abhängen könnte, welche ich aber dem Brechverhältnifs gleich finde, so dafs man hat:

$$\vartheta = \frac{\sin \tau}{\sin \tau'}.$$

Es ist gut zu bemerken, dafs die gröfsten Geschwindigkeiten der Aethertheilchen, welche in den Formeln (1) und (2) durch $J$, $J_1$, $J'$ ausgedrückt sind, oder vielleicht ihre Quadrate $J^2$, $J_1^2$, $J'^2$ zur Messung der Lichtstärke in dem einfallenden, zurückgeworfenen und gebrochenen Strahl dienen können. Fügen wir hinzu, dafs wenn man mit $i$, $i_1$, $i'$ bezeichnete, nicht die Winkel der Einfallsebene mit den Richtungen der Verschiebungen der Aethertheilchen, sondern die derselben Ebene mit den Ebenen, welche man *Polarisationsebenen* nennt, und welche senkrecht sind auf jenen Richtungen, man alsdann in den Gleichungen (1) und (2) bei jedem der Winkel $i$, $i_1$, $i'$ den Sinus und Cosinus gegen einander vertauschen müfste. Diefs bringt die Gleichungen auf die Form zurück, unter welcher sie in meinem letzten Briefe aufgestellt sind.

Die Methode, durch welche ich zu den Gleichungen (1) und (2) gelange, ist nicht blofs anwendbar auf die Theorie des Lichts, sondern auf eine grofse Anzahl physikalisch-mathematischer Aufgaben. Sie nöthigt mich nicht mehr zu der Annahme, die ich früher in einem Artikel im *Bulletin des Sciences* gemacht hatte, dafs die Dichtigkeit des Aethers dieselbe sey in allen Mitteln. Meine neuen Untersuchungen lassen im Gegentheil glauben, dafs diese Dichtigkeit im Allgemeinen sich ändere beim Uebergange aus einem Mittel in ein anderes. Uebrigens weichen die Gleichungen (1) und (2) von denen, welche ich im erwähnten Artikel gab, nur durch den Werth von $\vartheta$ ab, welcher sich in diesen Formeln nicht auf das constante Verhältnifs $\frac{\sin \tau}{\sin \tau'}$ reducirte, sondern auf das umgekehrte $\frac{\sin \tau'}{\sin \tau}$.

Aus den Gleichungen (1) und (2) zieht man:

$$J_1^2 = \left[\frac{\sin^2(\tau-\tau')}{\sin^2(\tau+\tau')}\sin^2 i + \frac{\mathrm{tang}^2(\tau-\tau')}{\mathrm{tang}^2(\tau+\tau')}\cos^2 i\right] J^2 \quad (4)$$

$$\cot i_1 = -\frac{\cos(\tau+\tau')}{\cos(\tau-\tau')}\cot i \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

$$J'^2 = \frac{\sin^2 2\tau}{\vartheta^2 \sin^2(\tau+\tau')}\left[\sin^2 i + \frac{\cos i}{\cos^2(\tau-\tau')}\right] J^2 \;\ldots \quad (5)$$

$$\cot i' = \frac{1}{\cos(\tau-\tau')}\cot i \;\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

Erinnert man sich, dafs die Winkel, welche in vorstehenden Gleichungen durch $i$, $i_1$, $i'$ bezeichnet wurden, die Complemente sind von denen, welche die Polarisationsebenen des einfallenden, zurückgeworfenen und des gebrochenen Strahls mit der Einfallsebene machen, so erkennt man sogleich, dafs die Formeln (4) und (5) zusammenfallen mit denen, welche Fresnel für die Intensität des reflectirten Lichts und die Bewegung seiner Polarisationsebene aufgestellt hat, dafs ferner die Formel (7) übereinkommt mit der von Brewster für die Bewegung der Polarisationsebene des gebrochenen Lichts. Ueberdiefs folgt aus den Formeln (1), (2), (5), dafs im Aether die auf der Einfallsebene senkrechten Vibrationen durch die Reflexion in andere Vibrationen von gleicher Art, aber von entgegengesetzter Richtung verwandelt werden, während die mit der Einfallsebene parallelen Vibrationen in andere umgewandelt werden, die, im Moment wo die Reflexion geschieht, bald in einem Sinne, bald im entgegengesetzten gerichtet sind, je nachdem die Summe des Einfalls- und des Brechungswinkels kleiner oder gröfser ist als ein rechter Winkel. Wenn diese Summe genau einem rechten Winkel gleich wird, d. h. wenn der einfallende Strahl senkrecht steht auf dem gebrochenen, sind in dem reflectirten Strahl die Vibrationen immer senkrecht auf der Einfallsebene, oder, mit anderen Worten, ist das reflectirte Licht vollständig nach dieser Ebene polarisirt, wie Brewster gefunden hat.

Die Intensität des reflectirten Lichts oder die Gröfse

$J_1^2$, bestimmt durch die Formel (4), hängt von den durch die Gleichung (3) unter sich verknüpften Winkel $\tau$, $\tau'$ ab, und erreicht ihr Maximum, wenn das Product $\cos\tau \cos\tau'$ verschwindet, d. h. wenn einer der Winkel $\tau$, $\tau'$ ein rechter wird. Alsdann geben die Formeln (4), (5):

$$J_1^2 = J^2 \ldots (8) \quad , \quad \cot i' = \cot i \ldots (9);$$

folglich hat das reflectirte Licht dieselbe Intensität wie das einfallende, und ist nach derselben Ebene polarisirt. Aus diesem Grunde sagt man, dafs eine totale Reflexion statt habe. Diese kann auf zweierlei Weisen eintreten: 1) wenn das zweite Mittel stärker brechend ist als das erste, und der einfallende Strahl einen unendlich kleinen Winkel mit der Trennungsfläche beider macht; 2) wenn das zweite Mittel weniger brechend ist, und dieselbe Fläche einen unendlich kleinen Winkel macht nicht mit dem einfallenden, sondern mit dem gebrochenen Strahl.

Die Formel (6) bedingt die Intensität $J'^2$ des gebrochenen Lichts. Diefs ist die einzige der vier Gleichungen, welche aus den (1) und (2) entspringen, deren Vergleichung mit der Erfahrung noch zu machen bleibt, da die Gleichungen (4), (5), (7) schon mit den Beobachtungen der Physiker übereinstimmen. Ueberdiefs ergiebt sich leicht aus dieser Formel, dafs die Intensität des gebrochenen Lichts ihr Maximum erreicht, sobald das Product $\sin\tau \cos\tau'$ verschwindet. Diefs kann auf zweierlei Weisen geschehen: 1) wenn das zweite Mittel stärker brechend ist als das erste, und man hat $\tau = 0$; 2) wenn das zweite Mittel weniger brechend ist, und man hat $\tau' = \frac{1}{2}\pi$. Im ersten Fall reduciren sich die Formeln (6) und (7) auf die bekannten:

$$J'^2 = \frac{h}{(\vartheta + 1)^2} J^2 \ldots\ldots\ldots (10)$$

$$\cot i' = \cot i \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

von denen die erste durch Young und durch Poisson gegeben ist. In diesem Fall, wo der einfallende Strahl *senkrecht steht* auf der Trennungsfläche zweier Mittel, ist

das gebrochene Licht nach gleicher Ebene wie das einfallende Licht polarisirt; allein es hat eine geringere Intensität, weil $\vartheta$ gröfser ist als Eins. Im zweiten Fall findet man:

$$J'^2 = h\left(\sin^2 i + \frac{\cos^2 i}{\vartheta^2}\right) J^2 \quad \ldots . (12)$$

$$\cot i' = \frac{\cot i}{\sin \tau} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

In diesem Fall, wo der einfallende Strahl die Trennungsfläche beider Mittel unter dem Winkel der totalen Reflexion trifft, ist das gebrochene Licht nicht mehr nach derselben Ebene wie das einfallende Licht polarisirt; und seine Intensität, dividirt durch die des einfallenden Lichts, giebt als Quotienten eine Zahl, eingeschlossen zwischen die beiden Gränzen $h$ und $\frac{h}{\vartheta^2}$, von denen die zweite gröfser ist als die erste, weil $\vartheta < 1$. Jene Zahl erreicht ihre untere Gränze $h$ oder ihre obere $\frac{h}{\vartheta^2}$, je nachdem das einfallende Licht in der Einfallsebene oder senkrecht auf derselben polarisirt ist, das Mittel zwischen diesen beiden Gränzen, oder das Product:

$$\frac{2}{\vartheta^2}\left(1+\vartheta^2\right) = 2\left(1+\frac{1}{\vartheta^2}\right) \qquad (14)$$

drückt das Verhältnifs der Intensitäten des gebrochenen und einfallenden Lichtes aus, wenn das letztere natürliches Licht ist.

Bei Werthen von $\tau$, die dem Winkel der totalen Reflexion sehr nahe kommen, d. h. wenn der einfallende oder gebrochene Strahl der Trennungsfläche beider Mittel beinahe parallel wird, ist das reflectirte Licht dem einfallenden ganz ähnlich und auch sehr nahe von derselben Intensität. Deshalb sagt man, der einfallende Strahl werde total reflectirt, statt er nach jeder andern Hypothese eine partielle Reflexion erleiden würde. Es scheint, dafs in demselben Fall die Intensität des gebrochenen Lichts immer *beinahe Null* werden, und diese In-

tensität stufenweise abnehmen müsse, sobald sich $\tau$ unendlich dem Winkel der totalen Reflexion nähert. Wirklich geschieht diefs, wenn das zweite Mittel brechender ist als das erste. Allein wenn das zweite Mittel weniger brechend wird als das erste, wenn z. B. das Licht aus Glas oder Diamant in Luft oder in das Vacuum übergeht, alsdann erhält man in der Nähe der totalen Reflexion nicht blofs ein reflectirtes Licht, das an Intensität beinahe dem einfallenden Lichte gleich ist, sondern auch ein gebrochenes Licht, dessen Intensität wenigstens vier Mal beträchtlicher ist. Das Intensitätsverhältnifs des gebrochenen und einfallenden Lichts kann, wenn die Aethertheilchen parallel mit der Einfallsebene vibriren, selbst die Gränze $\frac{h}{\vartheta^2}$, und folglich die Zahlen 9,30 oder sogar 35 erreichen, wenn das Licht aus gewöhnlichem Glase, aus Diamant oder aus einer so stark brechenden Substanz, wie chromsaures Blei, in Luft oder das Vacuum übergeht.

Die ungeheure Vervielfältigung des Lichts, von der hier die Rede ist, setzt voraus, dafs man z. B. den zu einem Krystalle austretendem Strahl vergleiche mit dem denselben Krystall durchdringenden. Ist der Krystall von zwei ebenen Flächen begränzt, so durchdringt das Licht die eine nach der andern, und man mufs dann drei Strahlen unterscheiden: den einfallenden, den gebrochenen und den ausfahrenden. Nimmt man dann an, die beiden Flächen seyen parallel, und nennt man $J''$, $i''$ was $I$, $i$ für den ausfahrenden Strahl werden, so ergeben die Formeln (1) und (2):

$$J'' \sin i'' = \frac{\sin 2\tau \, . \, \sin 2\tau'}{\sin^2(\tau+\tau')} J \sin i \, . \, . \, . \, . \, . \, . \quad (15)$$

$$J'' \cos i'' = \frac{\sin 2\tau \, . \, \sin 2\tau'}{\sin^2(\tau+\tau')\cos^2(\tau-\tau')} J \cos i \quad (16)$$

und folglich:

$$J''^2 = \frac{\sin^2 2\tau \cdot \sin^2 2\tau'}{\sin^4(\tau+\tau')}\left(\sin^2 i + \frac{\cos^2 i}{\cos(\tau-\tau')}\right) J^2 \quad (17)$$

$$\cot i'' = \frac{1}{\cot^2(\tau-\tau')} \cot i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

Brewster, der die Formel (18) zuerst gegeben, hat sie durch Versuche bestätigt, und man kann hinzusetzen, dafs Beobachtungen, welche mit einer der Formeln (15), (15), (17) übereinstimmten, auch die Bestätigung der Formel (6) mit sich führen würden.

Der durch die Formel (17) gegebene Werth von $J''^2$ wird ein Maximum, sobald $i=0$ und $\tau+\tau'=\frac{1}{2}\pi$. Alsdann ist der einfallende Strahl senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt, der zurückgeworfene Strahl verschwindet, und die Formeln (17) und (18) geben:

$$J''^2 = J^2 \ldots (19) \qquad i'' = i = 0 \ldots (20)$$

folglich ist dann auch der ausfahrende Strahl senkrecht gegen die Austrittsebene polarisirt, und er besitzt überdiefs dieselbe Intensität wie der einfallende. Sind dann die beiden Flächen eines Krystalles parallel, so hat die Intensität des ausfahrenden Lichts die des einfallenden zur oberen Gränze, und sie erreicht diese Gränze nur im Fall wenn kein Licht mehr reflectirt wird.

Anders verhält es sich aber, wenn die Flächen des Krystalls nicht mehr parallel sind. Freilich ist dann die Intensität des gebrochenen Lichts geringer als die des auf die Vorderfläche fallenden Lichts, selbst bei senkrechtem Einfall; und wenn man in diesem letzteren Fall die Intensität des einfallenden Lichts zur Einheit annimmt, wird die Intensität des gebrochenen Lichts durch das Verhältnifs $\frac{h}{(\vartheta+1)^2}$ ausgedrückt, ein Verhältnifs, welches sich beim Glase auf 0,64, beim Diamant auf 0,28 und beim chromsauren Blei auf 0,25 reducirt. Allein, wenn der ausfahrende Strahl beinahe der Hinterfläche parallel ist, und demnach polarisirt wie der einfallende und der gebrochene Strahl senkrecht gegen die Austrittsfläche, so ist

die Intensität des ausfahrenden Lichts eins der Producte, welches man erhält, wenn man die drei vorstehenden Zahlen multiplicirt mit den oben gefundenen. Diese Intensität wird also für gewöhnliches Glas 5,8, für den Diamant 8,6, und für das chromsaure Bleioxyd ungefähr 9, wenn man bei letzterem von seiner doppeltbrechenden Eigenschaft absieht. Die drei letzten Zahlen reduciren sich auf 4,2, 4,6 und 4,9, wenn der einfallende aus natürlichem Licht besteht.

Aus den oben entwickelten Grundsätzen folgt, dafs wenn zwei nicht parallele Flächen eines Krystalls durchdrungen werden von einem Lichtstrahl, der anfangs einfällt, darauf gebrochen wird und dann ausfährt, der ausfahrende Strahl immer erlischt, sobald der einfallende einen unendlich kleinen Winkel mit der Eintrittsfläche macht, so dafs er an dieser Fläche eine totale Reflexion erleidet. Wenn dagegen der gebrochene Strahl die Austrittsfläche sehr nahe unter dem Winkel der totalen Reflexion trifft, und so, dafs der ausfahrende Strahl einen unendlich kleinen Winkel mit dieser Fläche bildet, so kann dieser letztere Strahl, weit entfernt zu erlöschen, vielmehr in gewissen Fällen eine sehr grofse Intensität erlangen.

Nachdem ich diese Folgerung aus meinen Formeln am 20. März dieses Jahres Hrn. Prof. Hefsler in Grätz mitgetheilt, ersuchte ich ihn, dieselbe durch eine Beobachtung zu prüfen. Er klebte schwarzes Papier auf die rechtwinklich dreieckigen Grundflächen eines Glasprisma, und auf die beiden kleineren der drei Seitenflächen desselben, nachdem er zuvor in das für eine der letzteren Flächen bestimmte Papier mit einer Stecknadel ein kleines Loch gemacht. Wir fanden, dafs das Bild einer Lichtflamme mit grofser Intensität durch das Prisma ging, selbst im Fall wo der ausfahrende Strahl beinahe der Austrittsfläche parallel seyn mufste. Seitdem beobachtete ich, dafs der ausfahrende allmälig erlischt, wenn man den einfal-

lenden Strahl nach und nach einen immer kleineren Winkel mit der Eintrittsfläche machen läfst. Ich weifs nicht, dafs ein Physiker von diesem Versuch gesprochen habe, den übrigens Jedermann mit der gröfsten Leichtigkeit wiederholen kann.

Bei den Interferenzphänomenen erzeugt Licht, hinzugefügt zu Licht, Dunkelheit. Hier dagegen wird ein total reflectirter Strahl mit der Steigerung des Lichts leichter durchgelassen. Diefs ist ein neues Argument gegen Emissionstheorie.

Die Thatsachen, welche ich eben auseinandersetzte, scheinen mir eine neue Bestätigung der in meinem *Mémoire sur la dispersion* entwickelten Theorie zu seyn. Sie erklären eine wohl bekannte Erscheinung, nämlich den grofsen Glanz, welchen stark brechende Körper in gewissen Stellungen darbieten, das sogenannte Feuer der Diamanten.

Man darf nicht vergessen, dafs wir hier, bei den numerischen Anwendungen das Quadrat der gröfsten Geschwindigkeit der Aethertheilchen als Maafs der Intensität des Lichts genommen haben. Nähme man diese Geschwindigkeit geradezu als Maafs der Intensität des Lichts, so würde man die erhaltenen Zahlen durch ihre Quadratwurzeln zu ersetzen haben. Allein die Maxima und Minima der Intensitäten würden defsungeachtet den durch die obigen Formeln gegebenen Richtungen entsprechen, und folglich die bezeichneten Erscheinungen dennoch mit der Erfahrung übereinstimmen.

## Dritter Brief.

In meinem letzten Briefe meldete ich Ihnen die Resultate meiner allgemeinen Formeln, wenn man sie auf die totale Reflexion anwendet, d. h. auf den Fall, wo das zweite Mittel, obgleich durchsichtig, dennoch die Function eines opaken Körpers ausübt. Heute will ich Sie für einen Augenblick mit *dem unterhalten*, was geschieht,

wenn das zweite Mittel beständig unter allen Incidenzen opak ist, und insbesondere, wenn das Licht an einem Metalle reflectirt wird.

Läfst man einen einfachen, geradlinig, circular oder elliptisch polarisirten Strahl auf eine Metallfläche fallen, so wird derselbe immer in zwei andere geradlinig polarisirte Strahlen zerlegt, einen senkrecht und einen parallel gegen die Einfallsebene polarisirten. Nun finde ich, dafs die Reflexion, bei jedem componirenden Strahl, die Intensität des Lichts verändert nach einem Verhältnifs, welches vom Einfallswinkel abhängt und im Allgemeinen für die beiden Strahlen verschieden ist. Ueberdiefs schiebt die Reflexion die Lichtwellen vor- oder rückwälts um eine gewisse Strecke, die ebenfalls vom Einfallswinkel abhängt. Bezeichnet man diese Strecke für den ersten componirenden Strahl durch $\frac{\mu}{k}$, und für den zweiten durch $\frac{\nu}{k}$, und ist $l=\frac{2\pi}{k}$ die Dicke einer Welle, so wird der Gang-Unterschied zwischen den beiden componirenden Strahleu, nach einer ersten Reflexion, ausgedrückt durch:

$$\frac{\mu-\nu}{k}$$

und nach $n$ Reflexionen unter dem nämlichen Winkel durch:

$$n \cdot \frac{\mu-\nu}{k}.$$

Ich finde überdiefs, dafs nach einer einzigen Reflexion unter dem Einfallswinkel $\tau$ der Gangunterschied eine halbe Welle beträgt, wenn $\tau=0$, und eine ganze Welle, wenn $\tau=\frac{1}{2}\pi$. Läfst man also bei dem Werth des Winkels $\mu-\nu$ die Multipla von $2\pi$ aufser Betracht, so kann man annehmen, der Zahlenwerth dieses Winkels schwanke zwischen $\pi$ und 0. Erreicht $\mu-\nu$ das Mittel zwischen diesen beiden Gränzen oder $\frac{1}{2}\pi$, so er-

hält man, was Brewster elliptische Polarisation nennt, und 2, 4, 6, 8...$2n$ ähnliche Reflexionen führen den polarisirten Strahl auf seinen ursprünglichen Zustand zurück. Wenn dann der einfallende Strahl geradlinig polarisirt ist, ist es auch der letzte reflectirte. Allein seine Polarisationsebene bildet mit der Reflexionsebene einen Winkel $\delta$, dessen Tangente, bis auf das Zeichen, gleich ist der Potenz $2n$ des Quotienten, welchen man erhält, wenn man die Verhältnisse, nach welchen die erste Reflexion die gröfsten Geschwindigkeiten der Aethertheilchen in jedem componirenden Strahl verändert, durch einander dividirt. Wenn also die Zahl der Reflexionen in arithmetischer Progression wächst, variiren die Werthe von $\tang \delta$ in geometrischer Progression, und da man für die verschiedenen Metalle im Allgemeinen $\delta < \frac{1}{4}\pi$ oder $45^0$ findet, so wird das Licht bei grofsen Werthen von $n$ zuletzt vollständig nach der Einfallsebene polarisirt. Aus meinen allgemeinen Formeln ergiebt sich auch eine grofse Anzahl von Folgerungen, welche ich in einem anderen Briefe ausführlicher entwickeln werde, und welche, wie die obigen, mit den Resultaten von Brewster übereinstimmen.

## Vierter Brief.

Da einer der gröfsten Einwürfe gegen die Undulationstheorie vom Daseyn des Schattens und von der Eigenschaft der Schirme, den Gang der Lichtwellen aufzuhalten, hergenommen worden ist, so wünschte ich sehr, aus meinen allgemeinen Formeln die Gesetze beider Erscheinungen, des Schattens und der Diffraction, abzuleiten; allein um dahin zu gelangen, hatte ich einige analytische Schwierigkeiten zu überwinden. Endlich ist es mir gelungen, und ich habe zur Bestimmung der Aetherbewegungen, wenn das Licht zum Theil durch einen Schirm aufgefangen wird, Formeln gefunden, von denen ich Sie einen Augenblick unterhalten will.

Betrachten wir zur Befestigung der Ideen den Fall, wo der leuchtende Körper so entfernt ist, dafs die sphärischen Wellen, welche sich rings von ihm ausbreiten, beinahe eben geworden sind. Nehmen wir zur Axe der $x$ die Richtung des Lichtstrahls und zur Axe der $y$ eine Gerade parallel der Schwingungen der Aethertheilchen. Nennen wir $x$ die Verschiebung eines Theilchens, gemessen parallel der Axe der $y$, ferner $J$ den Maximum-Werth von $x$, überdiefs $l=\frac{2\pi}{K}$ die Dicke einer Lichtwelle und $J=\frac{2\pi}{s}$ die Dauer einer Vibration. Endlich werde das Licht in der Ebene der $zy$, senkrecht auf der Axe der $x$, nach Seite der negativen $y$, durch einen Schirm aufgefangen. Wenn der Lichtstrahl, welchen wir im Sinne der positiven $x$ gerichtet annehmen wollen, ein einfacher ist, so wird seine Gleichung, für negative Werthe von $x$, die Form haben:

$$y=J\cos(Kx-st+\lambda)\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;.\;(1)$$

wo $\lambda$ eine constante Gröfse bezeichnet. Nun finde ich, dafs der Werth von $y$, nach Seite der positiven $x$, nach einer Reihe entwickelt werden kann, und dafs, wenn diese Reihe auf ihr erstes Glied reducirt wird, man habe:

$$y=\left(\frac{1}{\pi}\right)^2 J\int_{-\infty}^{\frac{K^{\frac{1}{2}}y}{\sqrt{2x}}} \cos(Kx+\eta-\varrho t-\tfrac{1}{4}\pi+\alpha^2)\,d\alpha \quad (2)$$

Da überdiefs die Zahl $K$ sehr beträchtlich ist, so reducirt sich der durch die Formel (2) gegebene Werth von $y$, für endliche und negative Werthe der Ordinate $y$ fast auf Null, während die Formel (2) für endliche und positive Werthe derselben Ordinate beinahe mit der Formel (1) zusammenfällt. Der jenseits der Ebene des Schirms befindliche Theil des Raumes wird also auf Seite, wo der Schirm sich befindet, d. h. hinter dem Schirm, in Schatten seyn, während er auf der entgegengesetzten Seite erhellt bleibt, wie wenn der Schirm nicht vorhanden wäre. Man mufs blofs die Punkte des Raums aus-

nehmen, die sehr kleinen Werthen von $y$ entsprechen, und für welche die Verschiebung $y$ von den beiden Ordinaten $x$, $y$, so wie auch von der Zeit $t$. Für diese letzteren Punkte liefert die Formel (2) die Gesetze der Diffraction, wie sie Fresnel aufgestellt hat, und man kann das Studium dieser Gesetze vereinfachen, wenn man das zweite Glied der Gleichung (2) mit Hülfe der Formeln, die ich in mehren Abhandlungen gegeben habe, umwandelt [1]).

Ich habe oben gesagt, dafs die Wellen rings um einen leuchtenden Körper im Allgemeinen sphärisch sind. Wirklich folgt aus der Rechnung, dafs ein einfacher Strahl sich im Aether unter der Gestalt von sphärischen, cylindrischen oder ebenen Wellen fortpflanzen kann. Diese verschiedenen Formen lassen sich erhalten, wenn man annimmt, dafs der Aether an dem Ursprung seiner Bewegung entweder in einem einzigen Punkt oder in allen Punkten Einer Axe oder in allen Punkten Einer Ebene zum Schwingen gebracht ist. Bei einer grofsen Entfernung des leuchtenden Punkts oder der ihn ersetzenden Axe liefern die beiden ersten Hypothesen dieselben Resultate wie die letzte. Ich füge noch hinzu, dafs in den beiden ersten Hypothesen die Schwingungen der Aethertheilchen, bei einem einfachen Strahl, nach den Elementen der Circumferenzen paralleler auf der Wellenfläche gezogener Kreise gerichtet sind, und dafs sie zugleich unter sich ähnlich und für alle Punkte einer und derselben Circumferenz isochron sind.

## Fünfter Brief.

In demjenigen meiner Briefe, welcher die Gesetze der Reflexion und Refraction an der Oberfläche durchsichtiger Körper zum Gegenstande hatte, bemerkte ich, dafs von vier der von mir aufgefundenen Formeln drei schon geprüft und mit allen bekannten Beobachtungen

1) Die Unverständlichkeiten in obiger Demonstration sind alleinig auf Rechnung des Originals zu setzen. P.

übereinstimmend gefunden seyen. Glücklicherweise findet sich nun, dafs die vierte Gleichung, deren Vergleich mit der Erfahrung allein noch zu machen übrig blieb, durch das Phänomen der Farbenringe bestätigt wird. In der That denken wir uns, dafs die äufsere oder innere Oberfläche einer Schicht von Luft oder sonst einem durchsichtigen Körper bei der Reflexion eines parallel oder senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirten Strahls die gröfsten Werthe der Verschiebungen der Aetheriheilchen in dem Verhältnifs 1 zu $\Theta$ ändere, und nennen wir $\Theta'$, $\Theta''$, was aus $\Theta$ wird, wenn der Strahl nicht mehr zurückgeworfen, sondern gebrochen wird, und dabei von aufsen in die Lamelle oder aus dem Innern dieser hinaustritt. Ferner sey $J$ die absolute oder gröfste Verschiebung eines Aetheriheilchens in dem einfallenden Strahl. Ist die Dicke der Platte ein Multiplum von der Dicke der Lichtwellen, so senden die unzählbaren Reflexionen, von denen eine an der äufseren Oberfläche, die anderen aber an der inneren Oberfläche der Lamelle geschehen, eine Unzahl von Strahlen in's Auge des Beobachters, und aus der Zusammensetzung dieser Strahlen entsteht ein resultirender Strahl, in welchem das Maximum der Verschiebung bekanntlich zum Maafse hat das Product:

$$\Theta J(1-\Theta'\Theta''-\Theta^2\Theta'\Theta''-\ldots)=\Theta J\left(1-\frac{\Theta'\Theta''}{1-\Theta^2}\right).$$

Soll diefs Product verschwinden und in dem Phänomen der Farbenringe der dunkle Fleck in der Mitte ganz vollkommen schwarz seyn, so mufs man haben:

$$\Theta'\Theta''=1-\Theta^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

Diese Bedingung wird nun wirklich erfüllt, wenn man für die Intensität des gebrochenen Lichts den Werth annimmt, welchen die oben erwähnten Formeln geben. Ueberdiefs liefert die Bedingung (1) unmittelbar die beiden Gleichungen (15) und (16) in meinem Briefe über die Refraction und Reflexion bei durchsichtigen Körpern.

Denn

Denn wenn man $\tau$ den Einfallswinkel und $\tau'$ den Brechungswinkel nennt, hat man:

$$\Theta^2=\left[\frac{\sin(\tau-\tau')}{\sin(\tau+\tau')}\right]^2 \text{ oder } =\left[\frac{\sin(\tau-\tau')\cos(\tau+\tau')}{\sin(\tau+\tau')\cos(\tau-\tau')}\right]^2$$

je nachdem der einfallende Strahl parallel oder senkrecht gegen die Einfallsebene polarisirt ist. Im ersten Fall zieht man aus der Formel (1):

$$\Theta'\Theta''=\frac{\sin 2\tau \sin 2\tau'}{\sin^2(\tau+\tau')}$$

und im zweiten:

$$\Theta'\Theta''=\frac{\sin 2\tau \,.\, \sin 2\tau'}{\sin^2(\tau+\tau') \,.\, \cos^2(\tau-\tau')}.$$

Uebrigens habe ich auch für die Reflexion an der Oberfläche durchsichtiger Körper, besonders der Metalle, allgemeine Formeln erhalten, und diese stimmen vollkommen mit der Erfahrung, wie ich ausführlicher zeigen werde, sobald die Zeit es mir erlaubt.

Wenn der Schirm, durch welchen angenommener Weise das Licht in der Ebene der $yz$ aufgefangen wird, nur in dem Intervall, zwischen den Gränzen $y=y_0$ und $y=y_1$ Lichtstrahlen fortgehen läfst, so dafs der auf Seite der positiven $x$ befindliche Beobachter das Licht durch eine Oeffnung von der Breite $y_1-y_0$ empfängt, so mufs die Formel (2) meines letzten Briefes ersetzt werden durch die:

$$y=\left(\frac{1}{\pi}\right)^{\frac{1}{2}} J \int_{\frac{k^{\frac{1}{2}}(y-y_1)}{\sqrt{2x}}}^{\frac{k^{\frac{1}{2}}(y-y_0)}{\sqrt{2x}}} \cos(kx+\lambda-st-\tfrac{1}{4}\pi+\alpha^2)\,d\alpha.$$

Diese Gleichung an sich liefert blofs einen genäherten Werth von $y$, und ergiebt sich aus den allgemeinen und strengen Formeln, welche den gebeugten Strahl ausdrücken, für jegliche Richtung des einfallenden Strahls und für jegliche Richtung der Schwingungen darin. Diese Formeln, welche die Gesetze der Diffraction geben, zei-

gen unter anderem, dafs wenn der einfallende Strahl nach einer gewissen Ebene polarisirt ist, der gebeugte ebenfalls nach derselben Ebene polarisirt wird.

---

## IV. *Von den Ursachen der Temperatur des Erdballs.*

(Bruchstück eines von Hrn. A. de la Rive in der *Biblioth. universelle, T. LX p.* 415, gegebenen und mit Bemerkungen versehenen Auszugs aus Hrn. Poisson's: *Théorie mathématique de la chaleur.*)

---

Nach Hrn. Poisson entspringt die Temperatur der Erde aus drei Quellen: der *Sonnenwärme*, der *Sternenwärme* und der *atmosphärischen Wärme*. Er schliefst also, wie man sieht, die *centrale* oder *innere Wärme* aus, giebt aber dafür von der wohlbekannten Thatsache der Wärmezunahme nach dem Innern der Erde eine andere sinnreiche Erklärung. Wir werden weiterhin auf diese zurückkommen, erlauben uns indefs einstweilen den drei, von Hrn. Poisson angeführten Ursachen eine vierte unter dem Namen der *innern Erdwärme* hinzuzufügen.

### 1) Sonnenwärme.

Seit langer Zeit hat man gesucht die directe und isolirte Wirkung der Sonnenwärme zu bestimmen; allein die Lösung dieser Aufgabe bietet grofse Schwierigkeiten dar. Einerseits ist es fast unmöglich, sich gegen die Ausstrahlung zu schützen, durch welche die Körper, je nach Umständen, mehr oder weniger schnell, und ganz unabhängig von der Sonnenwärme, die von dieser Quelle empfangene Temperatur verlieren. Und andererseits erwärmt sich auch die Atmosphäre durch die Sonnenstrahlen, und fügt so ihre veränderliche Wirkung der directen Einwirkung dieser Strahlen auf die Körper hinzu. Neuerlich hat Hr. Herschel ein Mittel vorgeschlagen, sich ge-

gen diese Fehlerquelle mehr oder weniger zu sichern. Er hat zu dem Ende eine Art von sehr empfindlichem Thermometer verfertigen lassen, *Actinometer* von ihm genannt [1]), welches die Wärme-Intensität der Sonnenstrahlen anzeigt, nicht durch die absolute, mehr oder weniger hohe Temperatur, welche es erreicht, sondern durch den mehr oder weniger raschen Gang gegen diese Temperatur. In den Händen einiger Physiker, namentlich der HH. Forbes und Kämtz [2]), hat dieses Instrument schon einige interessante Resultate geliefert, das z. B., dafs in der Wärme-Intensität der directen Sonnenstrahlen kein anderer Unterschied vorhanden ist als der, welcher aus der Verschiedenheit in der Länge des von diesen Strahlen in der Atmosphäre durchlaufenen Weges entspringt.

Aus solchen und einigen anderen verwandten Beobachtungen scheint hervorzugehen, dafs die directe Wärmkraft der Sonne nur abhängt von der Neigung ihrer Strahlen gegen die Körper, welche diese auffangen; und deshalb, für einen gewissen Punkt der Erdoberfläche, nur von dessen geographischer Breite, von der Zeit des Tages und des Jahres, in welcher die Beobachtung gemacht wird. Indefs darf diese Aufgabe noch nicht für ganz gelöst gehalten werden. Der veränderliche Zustand der Sonnen-Oberfläche, die Natur der Mittel, welche ihre Strahlen zu durchdringen haben, ehe sie die Erdoberfläche erreichen, sind Umstände, welche wohl einigen Einflufs auf ihre Wärmkraft haben, und sie, abgesehen von allen übrigen Ursachen, von einem Punkt der Erdoberfläche zum andern, verschieden machen könnten.

Bei dem tiefen Studium, welches Hr. Poisson von dem alleinig von der Sonnenwärme abhängenden Theil

1) S. Annal. Bd. XXXII S. 661.

2) S. Kämtz Meteorologie, Bd. III S. 15, wo auch die Einrichtung und Gebrauchsweise des Actinometers näher beschrieben ist. P.

der Temperatur des Erdkörpers macht, vergleicht er mit einander die verschiedenen Portionen dieser Wärme, welche auf die Erdoberfläche einfallen, sey es während verschiedener Theile Eines Jahres, oder während ganzer Jahre, die durch einen sehr langen Zeitraum getrennt sind. Er sucht zunächst die Quantität der auf eine gegebene Fläche fallende Sonnenwärme zu berechnen, eine Quantität, welche nur bestimmbar ist durch sehr viele und sehr genaue Versuche, die aber noch nicht gemacht worden sind. Er bemerkt, dafs diese Gröfse unabhängig ist von der Entfernung der Sonne von der Erde, dafs sie aber mit Sonnenflecken variiren kann, dafs sie auch in sehr starken Verhältnissen variirt mit der gröfseren oder geringeren Heiterkeit der Atmosphäre, welche auf die Absorption der Sonnenstrahlen von Einflufs ist. Die Sonnenwärme erleidet in vollkommen reiner Luft eine, wie man glaubt, weit geringere Absorption als die strahlende Wärme, welche von der Erde oder nicht glühenden Körpern ausgeht; jedoch ist sie nicht Null, und folglich mufs sie mit der Länge des Weges, den die Sonnenstrahlen in der Luft zurücklegen, ab- oder zunehmen. Daraus folgt, dafs die auf eine gegebene Fläche fallende Wärmemenge, alles übrige gleich gesetzt, kleiner seyn mufs, wenn die Sonne am Horizont steht, als wenn sie den Meridian erreicht; und es ergiebt sich auch daraus, dafs dieselbe Gröfse während des Jahres ab- oder zunehmen mufs mit der Declination der Sonne in der Hemisphäre, zu welcher der betrachtete Punkt der Erdoberfläche gehört. Da die Gesetze der Absorption der Sonnenwärme durch die Atmosphäre nicht bekannt sind, so kennt man auch nicht die täglichen und jährlichen Variationen der besagten Menge von Sonnenwärme, und man kann blofs vermuthen, dafs sie nicht beträchtlich seyen.

Wir folgen Hrn. Poisson nicht in die Rechnungen, durch die es ihm gelingt, für einen Ort unter ge-

gebener Breite den Theil seiner mittleren Temperatur zu bestimmen, welcher von der Wirkung der Sonnenwärme abhängt. Wir begnügen uns mit der Bemerkung, dafs er durch die erwähnten allgemeinen Sätze und durch die Gesetze der Fortpflanzung und Vertheilung der Wärme dahin gelangt, diese Bestimmung zu verknüpfen mit der der Temperaturen in sehr geringen Tiefen des Erdbodens. So findet er ein genaues Verhältnifs zwischen den jährlichen Ungleichheiten der Erdtemperatur in sehr geringen Tiefen und dem mittleren Werth der Temperatur, welche von der auf die entsprechende Erdoberfläche fallenden Sonnenwärme bewirkt wird.

Auf diese Weise und mit Benutzung der Beobachtungen Arago's [1]), welche zu Paris den Ueberschufs des Maximums über das Minimum im Jahre für die Tiefen von 8$^m$,121 und 6$^m$,497 geben, gelangt er dann dahin, die unmittelbare Wirkung der Sonnenwärme auf die Mitteltemperatur dieser Stadt zu berechnen. Die Vergleiche, welche man in dieser Beziehung zwischen den Resultaten der Rechnung und denen der Beobachtung aufstellen kann, zeigen, dafs der Austausch der strahlenden Wärme zwischen der Atmosphäre und der Erde, so wie das Erkältungsvermögen der Luft in Berührung mit dem Boden sehr wenig Einflufs hat auf die jährlichen Ungleichheiten der Temperatur in geringen Tiefen der Erde, Ungleichheiten, die nur von der directen Wirkung der Sonnenstrahlen erzeugt werden.

Die numerischen Resultate dieser Rechnungen geben 23°,948 C. für den Theil der mittleren Temperatur von Paris, welcher von der directen Wärme der Sonnenstrahlen herrührt, d. h. die Sonnenwärme erhöht die Mitteltemperatur von Paris um fast 24° C., eine Gröfse, die den Ueberschufs der höchsten Temperatur über die niedrigste im Jahr ein wenig übertrifft. Da nun die mittlere Temperatur in Paris 10°,822 C. beträgt, so würde

1) Annal. Bd. XXXVIII S. 537.

dieselbe Temperatur auf beinahe —13° C. reducirt seyn, wenn die directe Sonnenwärme allein aufhörte, und die übrigen Quellen fortführen genau so zu wirken, wie sie es gemeinschaftlich mit der ersteren thun. Die mittlere Temperatur also, die sich für Paris aus der vereinten Wirkung aller übrigen Quellen, die directe der Sonnenstrahlen abgerechnet, ergäbe, würde —13° C. seyn.

Eben erhöht die Sonnenwärme die mittlere Temperatur unter dem Aequator um mehr als 35° C., dagegen unter dem Pole nur um 14° C. Dieser Unterschied rührt nicht bloſs von der gröſseren Schiefheit der Sonnenstrahlen am Pole her, sondern auch davon, daſs sie daselbst eine stärkere Absorption erleiden.

Hiebei ist jedoch vorausgesetzt, daſs der Boden, welcher die Sonnenstrahlen auffängt, immer von gleicher Beschaffenheit sey, denn begreiflicherweise würde, wenn dieſs nicht der Fall wäre, namentlich, wenn die Absorptionskraft der Bodenarten nicht dieselbe wäre, derjenige Theil der Mitteltemperatur des Bodens, welcher von der directen Sonnenwirkung herrührt, verschieden seyn, selbst wenn die Breite und die übrigen Umstände gleich wären. Im Fall also der Boden von gleicher Beschaffenheit wäre, würde man unter gleichen Breiten dieſs- und jenseits des Aequators identische Resultate erhalten. Allein, da die Erfahrung lehrt, daſs von zwei Körpern, deren Ausstrahlungsvermögen verschieden ist, derjenige, welcher das gröſsere besitzt, sich am stärksten im Sonnenschein erhitzt, so kann man schlieſsen, daſs wenn auf einer Seite des Aequators das Strahlungsvermögen gröſser ist als auf der andern, die Wärme auf der ersten Hemisphäre eine verhältniſsmäſsig geringere Mitteltemperatur als auf der zweiten hervorrufen wird. Dieſs findet nun genau auf der südlichen Halbkugel statt, wo, weil daselbst die Meere eine gröſsere Ausdehnung haben als auf der nördlichen, und weil das Meer ein geringeres Ausstrahlungsvermögen als das feste Land besitzt,

der Mittelwerth der Wirkung der Sonnenwärme kleiner ist. Diefs ist eine Ursache der von der Erfahrung bestätigten Thatsache, dafs in der südlichen Hemisphäre die Wärme vom Aequator nach dem Pole hin rascher abnimmt, und in derselben die Mitteltemperatur geringer ist als in der nördlichen. Möglich, wie wir weiterhin sehen werden, dafs eine Ungleichheit in der Sternenwärme, d. h. in den Mengen von strahlender Wärme, welche die Sterne in gleicher Zeit auf beide Halbkugeln aussenden, zu der Verschiedenheit ihrer Mitteltemperaturen beitrage; allein, diefs ist nur eine Hypothese, während der Einflufs der ersten Ursache wohl erwiesen zu seyn scheint[1]).

1) Woraus die Verschiedenheit der mittleren Wärme beider Halbkugeln entspringe, darüber sind die Meinungen von jeher getheilt gewesen, freilich ehemals in höherem Grade als jetzt. Einige Physiker des vorigen Jahrhunderts, besonders Mairan, hielten die südliche Halbkugel für wärmer als die nördliche, und zwar darum, weil sie während ihres Sommers der Sonne näher ist als letztere. Aepinus dagegen machte, fast zu derselben Zeit, die Bemerkung, dafs die nördliche Halbkugel ungefähr acht Tage länger Sommer habe als die südliche, und daraus zog er den umgekehrten Schlufs, die erstere, die nördliche, müsse wärmer seyn als die letztere. Diefs ist nun wirklich der Fall, aber nicht aus dem von Aepinus angeführten Grunde, denn die gröfsere Nähe der Sonne und die längere Dauer des Sommers sind Ursachen, die, bei dem Lauf der Erde um die Sonne, gleichzeitig und nach gleichem Gesetze im umgekehrten Sinne wirken, und folglich einander aufheben. Wären hier also keine anderen Ursachen thätig, so müfsten die beiden Halbkugeln gleiche Mittelwärme besitzen.

Dafs Verdienst, diefs gezeigt zu haben, gebührt Lambert. Er stellte (in seiner *Pyrometrie*, §. 588) zuerst den Satz auf, *dafs die Wärmemenge, welche die Erde von der Sonne empfängt, sich direct wie die wahre Anomalie verhalte*. Sein Beweis ist folgender. Man denke sich eine Ellipse, in deren einem Brennpunkt $S$ die Sonne stehe; von den beiden Endpunkten der grofsen Axe bezeichne man das Aphel mit $A$ und das Perihel mit $P$; die Erde befinde sich in irgend einem Punkt $T$ der Ellipse, von welchem die Linie $TS$, der Radiusvector, zur Sonne gezo-

2) Sternenwärme.

»Wenn man von einem Punkt der Erdoberfläche in irgend einer Richtung eine gerade Linie unbegränzt fortzieht, so wird sie zuletzt immer einen sichtbaren oder

gen sey; der Winkel $TSA = \varphi$ ist die wahre Anomalie. Wenn die Erde von $T$ zu einem benachbarten Punkte $t$ übergeht, oder das kleine Bogenstück $Tt$ durchläuft, steht die dazu erforderliche Zeit, gemäfs dem zweiten Gesetze Kepler's, im Verhältnifs zum Ausschnitt $TSt$, also im Verhältnifs von $\frac{1}{2}\overline{ST}^2 d\varphi$. Nun verhält sich die Dichtigkeit der Sonnenstrahlen umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung von der Sonne. Nimmt man also die Dichtigkeit für die Entfernung $=1$ zur Einheit, so ist die für die Entfernung $ST = \frac{1}{ST^2}$. Folglich steht die Menge der Strahlen oder der Wärme, welche die Erde in der Zeit, während sie das Bogenstück $Tt$ durchläuft, von der Sonne empfängt, im Verhältnifs von:

$$\frac{1}{ST^2} \cdot \tfrac{1}{2} \cdot ST^2 \cdot d\varphi,$$

also wenn ihr Radiusvector irgend einen Winkel $\varphi$ durchläuft, geradezu im Verhältnifs dieses Winkels oder der wahren Anomalie.

Nennt man nun Sommer die Zeit, welche verfliefst, während der Winkel $\varphi$ aus dem Werthe $\mp 90^\circ$ in dem $\pm 90^\circ$ übergeht, so erhellt, dafs jede Halbkugel während ihres Sommers eine gleiche Wärmemenge von der Sonne empfängt.

In Bezug hierauf bemerkt Poisson bei Gelegenheit einer Anzeige seines Werks in den *Annales de chimie et de physique T. LIX p.* 101, Folgendes:

»Nach einem Theorem von Lambert ist die gesammte Sonnenwärme, welche während der verschiedenen Jahreszeiten auf die Erde fällt, gleich, trotz der Ungleichheit in der Länge dieser Zeiten, die durch die der Abstände von der Sonne compensirt wird. Diese Wärmemenge variirt im umgekehrten Verhältnifs des Parameters der von der Erde beschriebenen Ellipse; allein sie variirt auch mit der Schiefe der Ekliptik; indefs scheint es nicht, dafs diese Variationen jemals eine beträchtliche Wirkung auf die Temperatur der Erde ausüben könnten. Die Mengen der Sonnenwärme, welche in gleichen Zeiten auf die beiden Halbkugeln fallen, sind beinahe gleich, allein wegen der verschiedenen Beschaffenheit ihrer Oberflächen werden diese

unsichtbaren Stern treffen. Die Erde befindet sich also in einem Raum, welcher auf allen Seiten von einer geschlossenen Hülle begränzt, und überdiefs, wie man annimmt, von einem äufserst lockeren Aether erfüllt ist. Obgleich die Dimensionen dieser Sternenhülle unermefslich sind, so würde diefs dennoch die wärmende Wirkung derselben auf den Erdkörper weder hindern noch verringern, wenn der Aether nichts von der durchgehenden Wärme absorbirte; denn, da im Vacuo oder in einem nicht absorbirenden Mittel die Intensität der strahlenden Wärme nach umgekehrtem Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen abnimmt, so folgt, dafs die Gesammtwirkung einer geschlossenen Hülle auf alle darin enthaltenen Körper unabhängig ist von der absoluten Gröfse dieser Hülle.«

Diefs sind die eignen Worte des Hrn. Poisson, und es ist seinen Schlüssen nichts hinzuzufügen; denn gesetzt die Sonne wäre nicht vorhanden, so würde ein Thermometer im Innern der Hülle, in welcher die Erde sich bewegt, eine gewisse Temperatur annehmen, nur bedingt durch die von den einzelnen Punkten der Hülle, d. h. von den verschiedenen Sternen, ausgesandten Strahlen. Diese Wärme ist es, welche man *Sternenwärme* nennen kann.

Mengen in ungleichen Verhältnissen absorbirt, und da die Absorption der Sonnenstrahlen in einem gröfseren Verhältnifs als das Ausstrahlungsvermögen wächst, welches seinerseits gröfser ist beim Lande als beim Meere, so schliefst man daraus, dafs die Mitteltemperatur unserer Halbkugel, wo das Land ein gröfseres Verhältnifs einnimmt, höher seyn mufs als die der südlichen Halbkugel, was mit der Erfahrung übereinstimmt.

Neuerlich hat Hr. P. Prévost noch auf eine andere Ursache zur Temperatur-Ungleichheit beider Halbkugeln aufmerksam gemacht, nämlich darauf, dafs die südliche Halbkugel einen um acht Tage längeren Winter (in obiger Bedeutung genommen) hat als die nördliche, also während dieser Zeit mehr Wärme durch Ausstrahlung verliert als die letztere. Wie grofs die Wirkung dieser Ursache sey, hat er freilich nicht nachgewiesen (*Ann. de chim. et de phys. T. LX. p.* 303.) *P.*

Kehren wir jetzt zur Erde zurück, so muſs zwischen den Punkten ihrer Oberfläche und den Sternen, welche die von diesen Punkten aus gezogenen Geraden treffen, ein beständiger Austausch von Wärme stattfinden, und demgemäſs wird die Temperatur dieser Punkte in jedem Augenblick steigen oder sinken, je nachdem sie kleiner oder gröſser ist als die der Sterne. Allein jeder Punkt der Erdoberfläche kann angesehen werden als der Scheitel eines äuſserst spitzen Kegels, dessen Grundfläche ein Stück der Sternenhülle ist, welche, wegen der überaus groſsen Entfernung der Sterne von der Erde, eine unermeſsliche Anzahl dieser Himmelskörper einschlieſst. Ohne Zweifel besitzen diese Sterne nicht alle eine gleiche Temperatur; vielmehr steht zu glauben, daſs die leuchtenden unter ihnen, wie die Sonne, eine sehr hohe Temperatur besitzen, und die dunkeln, wenn es dergleichen giebt, eine viel geringere. Wenn dem so ist, so kann man das Mittel aus den Temperaturen aller dieser Sterne als die Temperatur desjenigen Stücks dieser Hülle ansehen, welches von dem besagten Kegel aufgefangen wird.

Wenn dieser Mittelwerth nach allen Richtungen und für alle Punkte der Erdoberfläche derselbe ist, oder in anderen Worten, wenn die Sternenhülle überall die nämliche Temperatur besitzt, so wird ein Thermometer an rgend einem Ort innerhalb dieser Hülle immer dieselbe Temperatur zeigen, gemäſs den Gesetzen der Wärmestrahlung und abgesehen vom Absorptionsvermögen des Aethers. In diesem Fall wird die Erde, wie auch ihr Wärmezustand sey, nach Ablauf einer gehörigen Zeit dieselbe Temperatur annehmen, und zwar in Zusatz zu der, welche die Sonnenwärme bewirkt. Allein diese Hypothese von einer gleichförmigen Temperatur aller Theile der Sternenhülle erscheint auſser aller Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, daſs die Sterne, wenigstens die meisten, wie die Sonne, eine eigene, durch besondere Ursachen unterhaltene Wärme besitzen, welche durch die

Wirkung der wechselseitigen Strahlung nicht zur Gleichheit strebt. Es scheint ferner nicht, als könne man voraussetzen, der Aether sey ganz ohne Absorptionskraft; denn wenn dem so wäre, müfste die aus der Sternenwärme entspringende Temperatur in jedem Punkt des Raums aufserordentlich hoch seyn, der der Sonne vergleichbar, wenigstens wenn die Zahl der glühenden Sterne im Vergleich zu der der dunkeln nicht äufserst klein ist. Mögen nun die Werthe der Mitteltemperaturen der Sterne, die in zwei gleichen, aber verschiedenen Stücken der Sternenhülle enthalten sind, ungleich seyn, oder mag die Sternenwärme in diesen beiden Richtungen von ungleich von der Erde entfernten Sternen herstammen, und folglich, beim Durchgang durch den Aether, eine ungleiche Absorption erlitten haben; so ist man doch zu der Annahme genöthigt, dafs die Quantität der in einer bestimmten Richtung zu der Erde gelangenden Sternenwärme, mit dieser Richtung variire, freilich nach einem ganz unbekannten Gesetz.

Diese sinnreiche Idee von der Temperatur-Ungleichheit in verschiedenen Theilen der Sternenhülle, welche wir so eben fast ganz mit den eignen Worten des Hrn. Poisson auseinandersetzten, scheint demselben durch einen directen Versuch erweisbar. Im Brennpunkt eines gegen den Himmel gerichteten Hohlspiegels steht bekanntlich, wenn die Atmosphäre rein und heiter ist, ein Thermometer allemal niedriger als in gleicher Höhe über dem Boden, aber ungeschützt durch einen solchen Spiegel gegen die Strahlung der Gegenstände umher. Diefs kommt vom Wärme-Austausch, der stattfindet einerseits zwischen dem Thermometer, andererseits zwischen den Lufttheilchen der vom Spiegel aufgefangenen Säule der Atmosphäre und dem entsprechenden Stück der Sternenhülle. Das Sinken des Thermometers hängt also zugleich ab von der Mitteltemperatur der ganzen Masse der atmosphärischen Säule und von der des entsprechenden Stücks

der Sternenhülle. Auch findet man in den Angaben des Thermometers sehr beträchtliche Unterschiede, je nachdem der Spiegel mit seiner Axe mehr oder weniger senkrecht gestellt ist. Die Länge der atmosphärischen Säule, die desto gröfser je horizontaler die Richtung ist, übt in dieser Beziehung einen bedeutenden Einflufs aus. Allein gesetzt, man habe sich gegen diese Ursache von Veränderungen gesichert, so werden die etwanigen Unterschiede in den Angaben des Thermometers bei verschiedenen Stellungen des Spiegels nur von der Ungleichheit der von verschiedenen Stücken der Sternenhülle abgesandten Wärme herrühren können. Gegen den Einflufs der veränderlichen Länge der atmosphärischen Säule kann man sich folgendermafsen schützen. Angenommen es sey in einer schönen, windstillen, heiteren Nacht der Spiegel so aufgestellt, dafs man ihn um eine Verticale drehen und dabei seine Axe eine Kegelfläche beschreiben lassen kann, diese Axe also einen constanten Winkel mit der Verticalen bildet. Klar ist, dafs alsdann die einer jeden verschiedenen Stellung des Spiegels entsprechende Säule der Atmosphäre immer einerlei Länge hat, und dafs sie folglich immer gleiche Wirkung ausüben mufs, sobald die Luft vollkommen klar und windstill ist. Wenn sich also bei verschiedenen Stellungen des Spiegels um die Verticale Unterschiede in den Angaben des Thermometers zeigen, so können diese nur daraus entsprungen seyn, dafs die verschiedenen gleichgrofsen Stücke der Sternenhülle, gegen welche das Thermometer nach einander gedreht wurde, und mit welchen es allmälig in Austausch von Strahlung trat, ungleiche Mengen Wärme aussandten. Der von Hrn. Poisson vorgeschlagene Versuch besteht nun darin, zu sehen, ob unter den angezeigten Bedingungen wirklich Unterschiede vorhanden seyen. Dieser Versuch verdient angestellt zu werden. Wir haben uns vorgenommen ihn zu machen; allein er erfordert aufserordentlich empfindliche Instrumente, weil, wegen der

Kleinheit der von den verschiedenen Theilen der Sternenhülle ausgesandten Wärmemengen, die Unterschiede zwischen diesen, wenn es dergleichen giebt, aufserordentlich schwach, und daher sehr schwer wahrzunehmen seyn werden.

Wenn man eine Temperatur-Ungleichheit der verschiedenen Himmelsgegenden zugiebt, so folgt, dafs die Menge der Sternenwärme, welche in jeden Augenblick und in allen Richtungen, auf ein Element der Erdoberfläche fällt, mit diesem Element sich ändert, und dafs sie auch an einem und demselben Ort sich mit der Tagesstunde ändert. Tägliche Ungleichheiten dieser Art werden jedoch für einen Punkt der Erdoberfläche so schwach seyn, dafs man sie vernachlässigen kann, vor allem, wenn die Sternentemperatur, wie wahrscheinlich, während eines Tages vielmals aus ihrem Mittel auf- und abschwankt.

»Zwei Elemente der Erdoberfläche, sagt Hr. Poisson, welche auf gleichem Parallelkreis liegen, empfangen während der Dauer eines Sternentags gleiche Mengen Sternenwärme; allein anders verhält es sich bei zwei Elementen, welche verschiedenen Breiten entsprechen, besonders wenn das eine in der südlichen und das andere in der nördlichen Halbkugel liegt. Sterne, welche Wärme nach einem dieser Elemente schicken, werden sie niemals nach dem andern senden; diefs z. B. findet statt für alle Sterne in Betreff der an beiden Polen liegenden Elemente. Daraus folgt, dafs die Mengen von Sternenwärme, welche während jeden Sternentags von den gesammten Oberflächen beider Halbkugeln aufgefangen werden, sehr verschieden von einander seyn können. Der Fall ihrer Gleichheit würde sogar ganz unwahrscheinlich seyn, und aus ihrer Verschiedenheit folgt, dafs die mittleren Temperaturen beider Hemisphären, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, ungleich seyn werden.«

Wir haben oben bemerkt, dafs man die mittlere Temperatur der südlichen Halbkugel geringer annimmt als die

der nördlichen. Und, wie wir gesehen, könnte man diesen Unterschied davon ableiten, dafs diese beiden Hälften, obgleich jedes Jahr fast gleiche Mengen Sternenwärme aufnehmend, doch nicht ein gleiches Absorptionsvermögen, und folglich auch nicht ein gleiches Ausstrahlungsvermögen besitzen. Hr. Poisson meint, dieser Unterschied könne zum Theil auch davon herrühren, dafs die südliche Halbkugel weniger Sternenwärme auffange als die nördliche. Diefs ist offenbar nur eine Hypothese, denn obwohl man zu der Annahme geführt wird, dafs die beiden Halbkugeln ungleiche Quantitäten von Sternenwärme empfangen müssen, so beweist doch nichts, dafs es gerade die südliche Halbkugel sey, welche weniger von dieser Wärme erhalte.

Wie verschieden unter sich die Mengen der von den einzelnen Stücken der Sternenhülle ausgesandten Wärme auch seyn mögen, so ergiebt sich doch daraus für jeden Ort in dieser Hülle und für einen Körper, wie die Erde, an einem solchen Ort eine gewisse unveränderliche und bestimmte Temperatur. Diese Temperatur wird nun im Innern jener Hülle nicht überall die nämliche seyn, vielmehr von einem Ort zum andern verschieden. Soll aber diese Verschiedenheit merklich werden, so müssen, wegen der unermefslichen Dimensionen der Sternenhülle, die besagten Punkte durch einen ungeheuren Abstand von einander getrennt seyn. Da nun die Abstände der Sterne von der Erde aufserordentlich grofs sind, selbst gegen den Durchmesser der Erdbahn, so folgt, dafs die Erde sich während ihres Umlaufs um die Sonne in einem Raum bewegt, dessen Temperatur überall gleich oder nicht wahrnehmbar verschieden ist, so dafs die Sternenwärme zu keiner jährlichen Ungleichheit in der Temperatur des Erdballs Anlafs geben kann. Anders verhält es sich aber, wenn man die Bewegung unseres Planetensystems im Himmelsraum erwägt. Bei dieser Bewegung, die mit einer aufserordentlichen Langsamkeit geschieht, nähert sich die

Erde gewissen Sternen, entfernt sich von andern, und tritt mit neuen Gestirnen in Wärme-Gemeinschaft. Wir werden weiterhin sehen, wie Hr. Poisson diesen Satz benutzt, um zu erklären einerseits die wohlbekannte Thatsache, dafs die Temperatur mit der Tiefe in der Erde zunimmt, und andererseits die allgemein angenommene Hypothese, dafs unser Erdball vor sehr langen Zeiten eine bedeutend höhere Temperatur als die jetzige besafs.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen über die Sternenwärme handelt es sich nun darum, den Einflufs derselben auf die Temperatur des ganzen Erdballs und einzelner Theile seiner Oberfläche genau zu bestimmen. Allein diese Bestimmung ist nicht eher möglich, als bis man die Wärme-Wirkung der Atmosphäre berechnet hat. Denn wenn man aus der beobachteten Mitteltemperatur denjenigen Theil hergeleitet hat, welcher Wirkung der Sonnenwärme ist, so ist das Uebrige vereinte Wirkung der Sternenwärme, und dessen, was Hr. Poisson atmosphärische Wärme nennt. Da man die erstere nicht unmittelbar und für sich bestimmen kann, so läfst sich ihr Antheil an der beobachteten Temperatur nur auffinden, wenn es gelingt, die Wirkung der zweiten genau auszumitteln. Und diefs ist es, was wir nun versuchen wollen.

### 3) Atmosphärische Wärme.

Die Atmosphäre wirkt auf die Temperatur unserer Erde in zweierlei Weise, durch Strahlung und durch unmittelbare Berührung. Um den totalen Effect dieser doppelten Wirkung zu berechnen, mufs man wissen, welche Temperatur die Atmosphäre in ihren verschiedenen Theilen besitzt.

Von der Thatsache ausgehend, dafs die Temperatur mit Erhebung in der Atmosphäre sinkt, nimmt Hr. Poisson an, sie sey an der oberen Gränze aufserordentlich gering, denn sie mufs so niedrig seyn, dafs die obere Schicht der Atmosphäre, ungeachtet ihrer geringen Dichte,

in den Zustand versetzt wird, welchen Hr. Poisson für den Zustand der Flüssigkeit hält [1]). In dem der Erde zunächst liegenden, folglich dichtesten, aber auch zugleich min-

1) Hr. Poisson denkt sich nämlich die oberste Luftschicht wirklich als eine tropfbare Flüssigkeit. An einer andern Stelle seines Werkes drückt er sich darüber folgendermaſsen aus: »Durch Berührung mit dem Erdboden nimmt die Atmosphäre an ihrer unteren Gränze eine Mitteltemperatur an, die der dieses Bodens gleich ist, d. h. gleich dem Mittel aus den Temperaturen, die ein sehr wenig in das Erdreich versenktes Thermometer während eines langen Zeitraums angiebt. So wie man sich erhebt, nehmen Druck und Dichtigkeit ab; allein, soll die Atmosphäre begränzt seyn, muſs ihre Spannkraft in einem gröſseren Verhältniſs als ihre Dichte abnehmen, damit diese Kraft an der oberen Gränze, wo die Dichtigkeit, wie schwach auch nur, doch noch vorhanden ist, ganz und gar Null werde. Daraus entspringt die Nothwendigkeit einer Abnahme der Temperatur mit der der Dichtigkeit. In Folge dieser Abnahme muſs die Temperatur an der oberen Gränze so beschaffen seyn, daſs die Luft gar kein Ausdehnungsbestreben mehr besitzt und wirklich flüssig ist. Solch eine Temperatur muſs aber sehr niedrig seyn, weit niedriger noch als die, welche an der Oberfläche der Erde zur Flüssigmachung der Luft erforderlich ist; denn es steht zu glauben, daſs die Temperatur, bei welcher ein Gas flüssig wird, desto niedriger seyn müsse, je geringer die Dichte desselben ist. Zur Fixirung der Ideen kann man sich demnach eine auf dem Meere ruhende Säule der Atmosphäre als ein elastisches Fluidum denken, welches von zwei (tropfbaren) Flüssigkeiten begränzt ist, von einer im gewöhnlichen Zustande der Dichtigkeit und Temperatur, und von einer andern, bei welcher Temperatur und Dichtigkeit ungemein gering sind.«

Hiezu macht nun Hr. de la Rive folgende Bemerkung. Wir begreifen sehr wohl mit Hrn. Poisson, daſs, wenn die Atmosphäre eine obere Gränze haben soll, sie daselbst ein Fluidum ohne Spannkraft bilden müsse, weil sonst dieſs Fluidum sich noch ausdehnen und in den Himmelsraum verbreiten würde; wir begreifen auch, daſs eine sehr niedrige Temperatur zur Vernichtung dieser Spannkraft beitragen müsse. Allein wir können nicht zugeben, daſs dieses Fluidum eine Flüssigkeit im gewöhnlichen Sinne des Wortes sey, eine solche z. B. in welche fast

mindest ausgedehnten Theil hat die Atmosphäre eine positive Temperatur, während sie in dem Theil, welcher der Erde am entferntesten liegt, folglich am lockersten und zugleich am ausgedehntesten ist, eine negative Tem-

jedes Gas durch Anwendung einer niederen Temperatur und eines starken Druckes übergeführt werden kann. Versteht Hr. Poisson unter Liquidum nur denjenigen Zustand der Flüssigkeiten, in welchem ihre Spannkraft verschwunden ist, so ist diefs eine mathematische Definition, welche ihr Gutes hat, so lange man sich nicht den physischen Zustand der Flüssigkeit vorzustellen sucht. Indefs bemerken wir, dafs dem nicht so sey, wenn man Flüssigkeiten definiren soll; denn der Zustand der Flüssigkeit setzt nicht allein Abwesenheit der Spannkraft voraus (doch wohl nicht nothwendig. *P.*), sondern auch eine mehr oder weniger moleculare Anziehung zwischen den Theilchen, eine Anziehung, die wir hier unmöglich annehmen können.

Wir glauben also, dafs der Zustand, in welchem sich die Luft an der oberen Gränze der Atmosphäre befindet, nicht der Zustand der Flüssigkeit sey; es ist auch nicht der Gaszustand, da die Spannkraft verschwunden ist. Was ist er aber denn? wird man fragen; das, scheint mir, läfst sich folgendermafsen am richtigsten beantworten.

Das Gewicht einer Flüssigkeit oder die Kraft, welche dieselbe zum Erdkörper zieht, wohnt jedem ihrer untheilbaren Theilchen ein, ist unabhängig von der gegenseitigen Lage dieser Theilchen und beharrt so lange als diese Theilchen da sind. Die Dichtigkeit der Flüssigkeit allein ist blofs mit dem gegenseitigen Abstand der Theilchen veränderlich. Die Spannkraft einer Flüssigkeit hängt zwar auch von diesem Abstande ab; sie nimmt z. B. ab, so wie die Theilchen sich von einander entfernen, allein sie nimmt, bei gleichem Abstande zwischen diesen Theilchen, auch mit Erniedrigung der Temperatur ab. Kann es nun nicht geschehen, dafs bei einer mäfsig niedrigen Temperatur und bei sehr grofsen Abständen unter den Theilchen, diese Spannkraft verschwinde, dafs die Theilchen isolirt werden, und gar keine Beziehung zu einander haben, weder Anziehung noch Abstofsung auf einander ausüben, ohne doch das ihnen eigenthümliche Gewicht zu verlieren? Das ist der Zustand, in welchem sich, nach unserem Ermessen, die Theilchen der obersten Luftschicht befinden. Keinen Druck unterworfen, können sie, ohne allen Widerstand, der sie von einander zu trennen stre-

peratur besitzt. Die mittlere Temperatur des negativen Theils muſs viel weiter unter 0° liegen als die mittlere Temperatur des positiven über demselben Punkt. Dieser Umstand, verbunden mit dem, daſs der erstere Theil

benden Abstoſsungskraft gehorchen; sie entfernen sich von einander bis diese Kraft verschwunden ist, und letztere kommt wieder zum Vorschein, sobald die gegenseitigen Abstände wieder kleiner werden, die übrigens desto kleiner sind, je niedriger die Temperatur ist. Es ist aber zur Verwirklichung dieses Zustandes nicht nothwendig, daſs die Temperatur übermäſsig niedrig sey, wie Hr. Poisson voraussetzt; er könnte selbst bei allen Temperaturen statt haben, wenn nur die Abstände zwischen den Theilchen um so gröſser sind als die Temperatur höher ist. Die so, bis zum Verschwinden der Spannkraft von einander entfernten Theilchen verlassen aber nicht die Atmosphäre, deren oberste Schicht sie bilden, weil sie der Schwerkraft unterworfen sind, und daher von der Erde angezogen werden.

[Die eben aufgestellte Idee kommt offenbar sehr nahe mit der überein, welche im J. 1822 von dem verstorbenen Wollaston, und früher noch, i. J. 1819, von unserem Landsmann, dem Prof. Schmidt in Gieſsen aufgestellt worden ist. Der Unterschied zwischen beiden besteht nur darin, daſs, nach der Vorstellung der beiden letzten Physiker, die obersten Theilchen der Atmosphäre sich so weit von den darunter liegenden Lufttheilchen entfernen, bis sie, vermöge ihres Gewichts, der zwischen ihnen und letzteren stattfindenden, durch die niedrige Temperatur sehr geschwächten Anziehung das Gleichgewicht halten, während, nach Hrn. De la Rive, jene obersten Theilchen, da sie keinen Druck erleiden, sich ganz aus dem Wirkungskreis der darunter liegenden entfernen, ohne alle Beziehung zu diesen sind, und frei im Raume umherschwimmen, doch angezogen von der Erde.

Diese Ansicht, wir können es nicht verbergen, scheint uns eben so unhaltbar als die von Poisson. Denn wenn die obersten Lufttheilchen gegen die Erde gravitiren, woran ja nicht zu zweifeln, warum sollten sie nicht so weit herabsinken, bis sie in den Wirkungskreis der darunter liegenden kommen? Wenn ferner die Theilchen der obersten Schicht, vermöge ihres Gewichts, keinen Druck auf die Theilchen der zweiten Schicht ausübten: was hinderte denn die letzteren sich eben so aus dem Bereich des Wirkungskreises der dritten Schicht zu begeben? Gewiſs nichts; sie würden isolirt herumschwimmen, wie die

ausgedehnter ist, muſs ihm auf die Temperatur der Erdoberfläche einen vielleicht gröſseren oder wenigstens eben so groſsen Einfluſs geben als der positive Theil besitzt, ungeachtet dieser dichter ist, näher liegt, und nicht bloſs durch Strahlung, sondern auch durch Berührung wirkt.

obersten. Eben so würden es folgweis die Theilchen aller tiefer liegenden Schichten machen, und wir demnach an der Oberfläche der Erde gar keinen Luftdruck mehr haben. Schwerlich hat Hr. De la Rive bedacht, welche Ungereimtheiten aus seiner Hypothese flieſsen, sonst würde er dieselbe gegen die so naturgemäſse Ansicht von Wollaston und Schmidt, falls sie ihm bekannt gewesen, augenblicklich vertauscht haben. Letztere hat übrigens auch noch den Vorzug, daſs sie gar nicht der Annahme eines besondern, vom gewöhnlichen Gaszustand verschiedenen Zustandes bedarf. Ihr gemäſs wirken nämlich die Lufttheilchen, oben an der äuſsersten Gränze der Atmosphäre, bloſs vermöge ihres eigenen Gewichts der Abstoſsungskraft der tiefer liegenden Theilchen entgegen; unten thun sie es vermöge ihres Gewichts und des Gewichts der höher liegenden, auf sie drükkenden Theilchen. In beiden Fällen ist Gleichgewicht da, d. h. kein Bestreben zur Ausdehnung. Könnte man bei den obersten Theilchen das Gewicht verringern, wie man den Druck auf die unteren vermindern kann, so würde sogleich die Spannkraft sich thätig äuſsern und die Theilchen weiter aus einander treiben. Es ist also, nach dieser Vorstellung, zwichen dem Zustand der obersten Schicht der Atmosphäre und dem jeder tiefer liegenden gar kein specifischer Unterschied da. Beide sind nichts anderes als der wahre Gaszustand. Die einzelnen Atome freilich würden weder unten noch oben gasförmig seyn!

Was übrigens die Annahme von Poisson betrifft, der gemäſs die oberste Schicht der Atmosphäre tropfbar flüssig seyn soll, so hat sie erfahrungsmäſsig doch das gegen sich, daſs wir keine, in höheren Temperaturen flüchtige Flüssigkeit kennen, die nicht auch in niederen Temperaturen ein Streben zur Dampfbildung besäſse, zumal wenn der äuſsere Druck höchst gering, ja ganz Null ist. Wenn also oben in der Atmosphäre liquide Luft vorhanden wäre, so würde sie wahrscheinlich nicht die oberste Schicht einnehmen, sondern von gasförmiger Luft bedeckt seyn. Findet man übrigens in der Liquefaction der Luft kein Bedenken, so kann man auch noch einen Schritt weiter gehen, und sie starr werden lassen. Hat man doch schon durch dergleichen Luft-Schnee das Nordlicht zu erklären gesucht. *P.*]

Wenden wir nun diese allgemeinen Betrachtungen an, den Einflufs der atmosphärischen und Sternen-Wärme zu Paris zu ermitteln. Wie wir gesehen, würde die mittlere Temperatur dieser Stadt ohne Sonnenwirkung sehr nahe —13° C. betragen. Diese Temperatur entspringt aus dem Wärme-Austausch sowohl zwischen der Erde und dem über dem Horizont dieser Stadt liegenden Theil der Atmosphäre als auch zwischen der Erde und sämmtlichen Sternen, welche während eines Sternentages über den Horizont gelangen. Nach dem zuvor Gesagten giebt es einen Augenblick, wo der Theil dieser Temperatur, welche von der Atmosphäre herrührt, negativ oder höchstens gleich 0° seyn mufs, so dafs der andere, von der Sternenwärme herstammende Theil, nachdem er successiv den Aether und die Atmosphäre durchdrungen hat, weit höher als —13° C. seyn mufs. Er würde sogar positiv seyn, wenn der von der Atmosphäre herrührende Theil niedriger als —13° C. wäre, was indefs nicht wahrscheinlich ist.

Diese von der Sternenwärme erzeugte Temperatur wird im Allgemeinen für alle Punkte Eines Parallelkreises die nämliche seyn; sie könnte aber mit der Breite variiren, theils wegen der verschiedenen Beschaffenheit der Atmosphäre über dem Horizont, theils wegen ungleicher Temperatur der verschiedenen Himmelsgegenden. Unter dem Aequator wird die besagte Temperatur mehr oder weniger niedriger seyn als die in unseren Breiten, je nachdem die von der Sonne erzeugte Temperatur gröfser oder kleiner als 42° C. ist, weil die mittlere Temperatur daselbst 27°,5 C. beträgt. Nun haben wir gesehen, dafs die Sonnenwirkung wenigstens 35° zur mittleren Temperatur unter dem Aequator beträgt. Wenn sie aber nicht 42° dazu beiträgt, mufs die Temperatur, welche aus der Sternenwärme entspringt, daselbst etwas höher seyn als zu Paris; am Pol würde sie dagegen etwas niedriger seyn.

Was die Temperatur des Himmelsraums selbst betrifft, in welchem sich die Erde bewegt, so ist es die, welche daselbst ein Thermometer von sehr kleinem Volum zeigen würde, wenn es vor der Sonne geschützt wäre. Sie ist es auch, welche der Mittelpunkt der Erde zuletzt annehmen würde, wenn er keiner anderen Wärmewirkung unterworfen wäre als der strahlenden Wärme der Sterne, so wie sie beim Durchgange durch den Aether von dessen Absorptionsvermögen abgeändert wird. Um die Temperatur des Himmelsraums aus Beobachtungen, angestellt an der Oberfläche der Erde oder in geringen Tiefen, zu berechnen, müfste man zunächst den Werth der Mitteltemperatur bestimmen, welche, bei Abwesenheit der Sonnenwärme, für jeden Punkt dieser Oberfläche oder wenigstens für jeden Parallelkreis erfolgen würde. Von diesem Werth müfste man den aus der atmosphärischen Wärme entspringenden Theil abziehen, und dann aus der übrigbleibenden Temperatur, die sich auf die Erdoberfläche bezöge, folgern, wie grofs dieselbe an der Gränze der Atmosphäre seyn würde. Diefs erforderte jedoch die Kenntnifs des Gesetzes der Wärmeabsorption in dieser flüssigen Masse.

Man sieht hieraus, dafs zu einer etwas genauen Berechnung der Temperatur des Himmelsraums die nöthigen Data fehlen. Um uns indefs eine Idee von ihr zu machen und zu erfahren, ob sie weit unter 0° liege oder im Gegentheil nicht darüber, wollen wir absehen von der Absorption, welche die Sternenwärme in der Atmosphäre erleidet; wir setzen voraus, sie falle in gleicher Menge auf alle Elemente der Erdoberfläche, und wir vernachlässigen dabei die atmosphärische Wärme, d. h. nehmen an, sie sey Null oder sehr klein vermöge einer Art Compensation zwischen dem dichteren Theil der Atmosphäre, dessen Temperatur positiv ist, und dem weniger dichten und ausgedehnten Theil, dessen Temperatur negativ ist. Daraus folgt, dafs man für die Temperatur

des Raums, in welchem sich die Erde bewegt, —13° C annehmen kann, d. h. den für Paris berechneten Werth. Der Einfluſs der atmosphärischen Wärme, welchen wir vernachlässigt haben, würde diesen Werth ohne Zweifel näher an 0° bringen; indeſs scheint diese Erhöhung doch nicht so groſs seyn zu können, daſs die Temperatur des Raums dadurch positiv würde.

Was für einen Werth die Temperatur des Raums übrigens auch haben möge, so darf man doch nicht vergessen, daſs diese Temperatur auf der Bahn, welche unser Planetensystem im Raum verfolgt, variirt, und daſs, wenn sie auch an dem Ort, wo dasselbe sich jetzt befindet, wenig von 0° abweicht, es Zeiten gegeben hat und noch geben wird, da sie sehr viele Grade darüber oder darunter gewesen seyn oder noch kommen könnte. Es sind diese groſsen Variationen, welchen, wie wir sogleich sehen werden, Hr. Poisson die Zunahme der Wärme des Erdballs in Richtung nach dem Mittelpunkt zuschreibt.

### 4) Centrale oder innere Erdwärme.

»Nachdem erwiesen worden, daſs die Wärme des Erdkörpers, von einer gewissen Tiefe ab, nach dem Innern zunimmt, hat man sich bemüht, die Ursache davon aufzusuchen. Fourrier und später Laplace erklärt diese Erscheinung durch Annahme einer ursprünglichen, noch gegenwärtig von der Erde bewahrten Wärme, welche vom Mittelpunkt nach der Oberfläche abnehme, so daſs sie dort auſserordentlich hoch, hier aber sehr unbeträchtlich sey.«

Dieſs sind fast die eignen Ausdrücke von Hrn. Poisson, welcher, nachdem er die angeführte Hypothese in Kürze zergliedert hat, folgendes hinzufügt.

»Keine der Folgerungen aus der Annahme einer ursprünglichen, gegenwärtig an der Erdoberfläche noch merklichen Wärme ist ein Einwurf gegen diese Meinung noch ein Grund zu Gunsten derselben; wenigstens so lange

als nicht die numerischen Verhältnisse, die sich daraus ergeben, durch die Beobachtungen mehrer Jahrhunderte bestätigt oder widerlegt sind. Allein diese Hypothese bietet Schwierigkeiten dar, die sie, mir scheint, wenig wahrscheinlich machen.«

»In der besagten Hypothese, geht die Wärmezunahme, welche man in allen zugänglichen Tiefen beobachtet hat, noch weit darüber hinaus, bis zum Mittelpunkt der Erde fort, so dafs in grofsen Abständen von der Oberfläche aufserordentlich hohe Temperaturen herrschen würden. Gesetzt diese Wärmezunahme betrage 1° C. für 30 Meter Tiefenanwuchs, so würde die Erde in der Tiefe von einem Hundertel ihres Radius eine Temperatur von über 2000 Grade C. besitzen. Freilich sind bei so hohen Temperaturen die specifische Wärme und die Leitungsfähigkeit nicht mehr constant; auch ist es möglich, dafs die innere Strahlung sich nicht mehr blofs auf unmerkliche, selbst nicht auf sehr kleine Abstände beschränke. Da die Gleichung mit partiellen Differenzen, welche die Bewegung der Wärme ausdrückt, dann nicht mehr linear und von zweiter Ordnung ist, so könnte die Temperatur der Erde längs jeder Verticale in einem gröfseren oder in einem kleineren Verhältnifs als der Abstand von der Oberfläche wachsen, wiewohl der Abstand immer ein kleiner Theil des Radius wäre. Allein es handelt sich hier nicht darum, die Temperatur des Innern genau zu berechnen; es handelt sich blofs darum zu zeigen, dafs sie schon in 60000 Meter Tiefe aufserordentlich hoch seyn würde. Um sich eine Idee davon zu machen, wie hoch sie im Mittelpunkt der Erde seyn würde, kann man den Erdkörper als einen homogenen Körper betrachten, und absehen von der Zunahme in der Dichtigkeit der Erdschichten, von der Oberfläche bis zum Mittelpunkt, eine Zunahme, welche den Anwuchs der Temperatur rascher oder langsamer machen könnte.

In diesem Fall zeigt nun die Rechnung, dafs die

Temperatur im Mittelpunkt mehr als zwei Millionen Grade betragen würde. Im Mittelpunkt und im gröfsten Theil ihrer Masse würden demnach die Bestandtheile der Erde als glühende Gase vorhanden seyn, so verdichtet jedoch, dafs ihre mittlere Dichtigkeit mehr als fünf Mal so grofs als die des Wassers wäre. Um sie auf diesen Grad von Compression und Wärme zu erhalten, bedürfte man einer aufserordentlichen Kraft, von der man sich keine Idee machen könnte; und es läfst sich bezweifeln, ob die erstarrte Erdkruste Dicke und Festigkeit genug besitze, um der Gewalt, mit denen die inneren flüssigen Schichten sich auszudehnen suchen, zu widerstehen.

Die beinahe kugelförmige Gestalt der Erde und der Planeten, so wie die Abplattung an den Rotationspolen beweiset zwar einleuchtend, dafs diese Körper ursprünglich flüssig, vielleicht gar gasförmig waren. Aus diesem ursprünglichen Zustand konnte die Erde im Ganzen oder theilweis nur dadurch in den Zustand der Starrheit übergehen, dafs sie Wärme verlor, indem ihre Temperatur höher war als die des umgebenden Mittels. Allein es ist nicht erwiesen, dafs die Erstarrung an der Erdoberfläche anfangen mufste, und von da aus nach dem Mittelpunkt vorschritt, wie es der Zustand einer im Innern gröfstentheils noch flüssigen Kugel voraussetzen würde. Das Gegentheil scheint mir wahrscheinlicher. In der That mufsten die äufsersten oder der Oberfläche benachbartesten Theile, indem sie zuerst erkalteten, in das Innere hinabsinken und ersetzt werden durch Theile aus diesem Innern, die dann ebenfalls an der Oberfläche erkalteten, um ihrerseits wiederum zu Boden zu sinken. Dieser doppelte Strom mufs in der Masse eine Temperatur-Gleichheit erhalten, oder wenigstens verhindert haben, dafs die Ungleichheit bei weitem so grofs wurde, als es bei einem festen, von der Oberfläche her erkaltenden Körper der Fall ist. Man kann hinzufügen, dafs diefs Durcheinandermengen der Theile des Fluidums und die Abglei-

chung ihrer Temperaturen begünstigt werden mufsten durch die Oscillationen, welche die ganze Masse nothwendig machte, ehe sie zu einer permanenten Rotationsfigur und permanenten Rotation gelangte. Andererseits konnte der aufserordentlich hohe Druck auf die centralen Schichten diese weit früher als die der Oberfläche nahe liegenden Schichten zur Erstarrung bestimmen; d. h. die ersteren konnten in Folge dieses aufserordentlichen Drucks bei einer Temperatur erstarren, die den vom Mittelpunkt entfernteren und folglich weniger gedrückten Schichten gleich kam oder sie wenig übertraf. Die Erfahrung hat gelehrt, dafs z. B. Wasser, bei der gewöhnlichen Temperatur einem Druck von 1000 Atmosphären unterworfen, eine Verdichtung von ungefähr einem Zwanzigstel seines ursprünglichen Volums erfährt. Denken wir uns nun eine Wassersäule von gleicher Höhe mit dem Radius der Erde und reduciren ihre Schwere auf die Hälfte derjenigen, welche man an der Erdoberfläche beobachtet, um sie gleich zu machen der mittleren Schwere, die, in der Hypothese einer Homogenität der Erde, längs jedem ihrer Radien stattfinden würde. Die unteren Schichten dieser Wassersäule werden einen Druck von mehr als dreifsig Millionen Atmosphären erleiden oder einen dreifsig tausend Mal gröfseren als der ist, welcher das Wasser auf $\frac{19}{20}$ seines Volums zusammendrückt. Ohne das Gesetz der Zusammendrückung dieser Flüssigkeit und dessen Abhängigkeit von der Temperatur zu kennen, läfst sich doch glauben, dafs ein so ungeheurer Druck die unteren Schichten des Wassers in eine feste Masse verwandeln würde, selbst wenn die Temperatur sehr hoch wäre. Es scheint also natürlich anzunehmen, dafs die Verfestung der Erde am Mittelpunkt angefangen und von dort aus sich nach der Oberfläche fortgepflanzt habe. Bei einer vielleicht aufserordentlich hohen Temperatur sind die dem Mittelpunkt näher liegenden Schichten zuerst erstarrt, weil sie einen ungeheuren Druck erlitten, die folgenden Schich-

ten sind hierauf bei einer niedrigeren Temperatur und unter einem geringeren Druck erstarrt, und so fort bis zur Oberfläche.«

»Indem die Erde solchergestalt vom Mittelpunkt zur Oberfläche erstarrte, und, wenn man will, bis zur gänzlichen Verfestung fortfuhr zu erkalten, konnte sie schon lange ihre ursprüngliche Wärme verloren haben, so dafs die Temperaturzunahme, welche man gegenwärtig nahe bei ihrer Oberfläche beobachtet, von einer ganz anderen Ursache herrührt und sich nicht bis zu sehr bedeutenden Tiefen in das Innere erstreckt. Diefs ist wirklich möglich, wie man weiterhin sehen wird. Allein ich gebe diese Betrachtungen mit aller der Zurückhaltung, welche Conjecturen erfordern, die weder durch genaue Rechnungen, noch durch directe Versuche geprüft werden können.«

Nachdem Hr. Poisson auf solche Weise die Hypothese von einer centralen Wärme und einem flüssigen Zustand des Innern der Erde bekämpft hat, giebt er von der mit der Tiefe erfolgenden Temperaturzunahme eine andere Erklärung. Diese Erklärung beruht auf dem schon auseinandergesetzten Satz, dafs die Temperatur des Raums sehr verschieden seyn kann an Orten, die weit aus einander liegen, und welche die Erde, vermöge der Bewegung des gesammten Planetensystems, erst nach langen Zeiträumen erreicht.

»Diefs gesetzt,« sagt Hr. Poisson, »denken wir uns, die Erde habe, bei dieser Bewegung, so lange in einem Theil des Himmelsraums verweilt, dafs sie in ihrer ganzen Masse dessen Temperatur aufnahm. Wenn sie hierauf in eine andere Region übergeht, deren Temperatur weniger hoch ist, so wird sie erkalten, und, bis ihre ganze Masse diese neue Temperatur angenommen hat, wird die ihrige von der Oberfläche bis zum Mittelpunkt wachsen. Das Gegentheil wird stattfinden, wenn sie in eine Gegend von höherer Temperatur als die ursprünglich

angenommene übergeht. Wenn aber abwechselnd höhere und niedere Temperaturen des Himmelsraums einander in Zeiträumen folgen, welche nicht so groſs sind, daſs die ganze Masse des Erdballs jede neue Temperatur annehmen kann, so erfolgen daraus mehr oder weniger rasche Zu- und Abnahmen der Temperatur, welche sich nur bis zu einer gewissen Tiefe erstrecken. Diese Betrachtungen liefern eine sehr natürliche und sehr einfache Erklärung der Temperaturzunahme, welche man gegenwärtig in allen zugänglichen Tiefen beobachtet hat. Daraus ergiebt sich also, daſs die Erde, in Folge der Bewegung unseres Planetensystems, sich gegenwärtig in einer Gegend des Himmelsraums befindet, deren Temperatur weniger hoch ist als die der Region, wo sie sich in früheren Zeiten befand. Der Erdball könnte alsdann verglichen werden mit einem Körper von sehr groſsem Volum, den man vom Aequator nach dem Pole schafte, in einer so kurzen Zeit, daſs er nicht ganz zu erkalten vermöchte; dieser würde dann also in seine Masse hinein eine Temperaturzunahme zeigen, die sich nicht bis zu den Schichten in der Mitte erstreckte. Die Zunahme der Mitteltemperatur auf jeder Verticale, so wie man in die Tiefe hinabgeht, läſst sich also, wie oben gesagt, erklären, ohne daſs man die Hypothese von einer ursprünglichen, jetzt an der Oberfläche noch merklichen Wärme des Erdkörpers zu Hülfe zu nehmen braucht, eine Hypothese, welche die Annahme einer inneren, wegen ihrer auſserordentlichen Höhe ganz unwahrscheinlichen Temperatur mit sich führen, und zu welcher man nur gezwungen seyn würde, wenn es unmöglich wäre, das Phänomen auf irgend eine andere Weise zu erklären.«

Indem der Verfasser seine Hypothese dem Calcül unterwirft, kommt er zu dem Resultat, daſs wenn die Ungleichheit der Temperatur des Himmelsraums auf der Bahn der Erde in einer bestimmten Epoche, wie die, worin wir leben, eine merkbare Zu- oder Abnahme der

Mitteltemperatur des Erdkörpers nahe an seiner Oberfläche bewirken soll, es nöthig sey, dafs in Zeiten, welche von dieser Epoche durch Tausende von Jahrhunderten getrennt sind, die Temperatur der Erdoberfläche höher oder niedriger war als die gegenwärtig beobachtete.

Gesetzt z. B. dafs die Temperatur des von der Erde durchlaufenen Raums sich in 500000 Jahren um 200° C. verringert habe, so giebt die Rechnung, nach Ablauf dieser Zeit, eine Zunahme von 0°,0275 C. für jedes Meter Tiefe unterhalb der Erdoberfläche; diese Zunahme würde wenig verschieden seyn von der, welche man in Paris beobachtet hat. Allein die Rechnung zeigt auch, dafs dieser Werth abnimmt, so wie man in gröfsere Tiefen eindringt, dafs jenseits einer Tiefe von etwa 7000 Meter die Abnahme continuirlich sey, und dafs in einer Tiefe von 60000 Metern, welche noch nicht ein Hundertel des Erdradius beträgt, die Ungleichheit der Temperatur des Raums nicht mehr merklich auf die innere Temperatur einwirkt. Diese Folgerungen haben noch nicht durch directe Beobachtungen geprüft werden können, und schwerlich steht zu hoffen, dafs es jemals geschehen werde.

Wenn man, statt 500000 Jahre zurückzugehen, was für die Erdoberfläche eine Temperatur von 200° C. über die gegenwärtige gäbe, eine Temperatur, bei der die Erde unbewohnbar wäre, einen kürzeren Zeitraum betrachtet, so läfst sich beweisen, dafs z. B. 50000 Jahre vor und 50000 nach der gegenwärtigen Epoche, die Temperatur der Erdoberfläche nur um 5° die heutige übersteigt, was nicht das Daseyn des Menschen auf derselben hindern würde.

Kurz die Zunahme der Temperatur der Erde mit der Tiefe würde, nach Hrn. Poisson, ein rein zufälliges Phänomen seyn, blofs herrührend von einer äufseren Ursache, und durchaus dem analog, was geschehen würde, wenn man eine sphärische Masse, die lange Zeit in einer gewissen Temperatur verweilt und diese zuletzt angenom-

men hätte, in einen Raum von einer andern, wenig verschiedenen Temperatur versetzte, und darin langsam erkalten liefse.

---

Nachdem wir Hrn. Poisson's Ideen über die Ursachen der Erdwärme so treu wie möglich auseinandergesetzt haben, wollen wir den eben gelieferten Abrifs mit einigen Betrachtungen über die von diesem berühmten Mathematiker ausgesprochenen Theorien beschliefsen.

Wir stimmen ihm bei: 1) In der Berechnung, welche er von der directen und isolirten Wirkung der Sonne giebt. 2) In allen von ihm aufgestellten Sätzen über die Sternenwärme, und besonders über deren Veränderungen, je nach den betrachteten Himmelsgegenden. 3) In der Vertheilung der Wärme in der Atmosphäre. Allein wir können uns zugleich einiger Einwürfe nicht enthalten gegen seine Ansicht von der atmosphärischen Wärme, gegen seine Berechnung der Sternenwärme und gegen seine Erklärung von der Zunahme der Temperatur mit der Tiefe in der Erde.

Hr. Poisson nimmt an, die Atmosphäre habe an ihrer oberen Gränze eine aufserordentlich tiefe Temperatur; andererseits schätzt er die Temperatur des Raums, in welchem sich unsere Erde, und folglich auch deren Atmosphäre bewegt, für höher als —13° C. Mithin hätte der äufsere Theil der Atmosphäre, obwohl er in einem Raum befindlich, dessen Temperatur nicht unter —13° C. seyn kann, und obwohl er unter sich die übrige Atmosphäre und die Erde hat, deren Temperatur weit höher ist als —13° C., dennoch eine unendlich niedrigere Temperatur. Diefs Resultat ist nur begreiflich, wenn man von dem Satz ausgeht, dafs die Atmosphäre eine *unabhängige* Wärmequelle sey, analog, in dieser Beziehung, der Sonnenwärme und der Sternenwärme. Mit anderen Worten, nach Hrn. Poisson würde die Temperatur,

welche die Atmosphäre besitzt, eine Folge ihrer physischen Constitution seyn, und nicht blofs ein Resultat der Wirkung anderer Wärmequellen; deshalb würde sie, ungeachtet der Wirkung dieser Quellen, an ihrer oberen Gränze eine Temperatur behalten, verschieden von der, welche diese Quellen ihr zu geben trachten.

Unmöglich können wir dieser Meinung beipflichten, da sie uns mit den allgemein angenommenen physikalischen Grundsätzen unvereinbar scheint. Die Atmosphäre macht einen Theil des Erdkörpers aus; wie dieser, ist sie der Wirkung gewisser Wärmequellen unterworfen, und ihre physische Constitution ist eine Folge, nicht eine Ursache ihrer eigenen Temperatur. Freilich kann die Atmosphäre auf die Vertheilung der Temperatur an der Erdoberfläche einwirken, und folglich ist es nothwendig, wenn man sich mit der Erdtemperatur beschäftigt, dafs man ihre Wirkung in dieser Beziehung berechne; allein daraus zu schliefsen, dafs sie sich, vermöge ihrer physischen Constitution, auf einem andern Temperaturzustand, als ihr die äufseren Wärmequellen zu ertheilen trachten würden, erhalten können, das können wir nicht zugeben. Wir sind also zu dem Glauben geführt, dafs die Atmosphäre an ihrer oberen Gränze keine niedrigere Temperatur als der umgebende Raum haben könne, dafs sie vielmehr durch den Einflufs der unteren Schichten und der Erde eine etwas höhere Temperatur besitze. Da wir aber andererseits einsehen, dafs die Temperatur der Atmosphäre an ihrer oberen Gränze so niedrig seyn mufs, dafs die Elasticität der Luft vernichtet wird, so sind wir gezwungen dem Himmelsraum eine weit niedrigere Temperatur zu geben als Hr. Poisson demselben beilegt.

Uebrigens scheint uns, selbst wenn man von den von unserem Verfasser gebrauchten Datis ausgeht, nichts der eben aufgestellten Folgerung zu widersprechen. Nehmen wir z. B. was zu Paris statt hat, wo die Mitteltemperatur der Erde, wenn die directe Wirkung der Son-

nenwärme aufhörte, gleich —13° C. seyn würde. Um zu erklären, wovon diese Temperatur —13° herstamme, erinnere man sich, dafs wenn man die directe Wirkung der Sonnenwärme auf die Erdoberfläche selbst aufhören läfst, man annimmt, dafs in dem Zustand der Dinge keine anderweitige Veränderung eintrete, und dafs insbesondere die Atmosphäre (vermöge einer rein hypothetischen Abstraction) genau dieselbe Temperatur behalte, als im Fall die Sonne den Boden direct erwärmt. Für die den Boden berührende Schicht war nun, und mufs es noch seyn, diese Temperatur beinahe +11° C. Warum nimmt nun der Erdkörper an seiner Oberfläche die Temperatur —13° C. an, ungeachtet er mit einer Luftschicht von +11° C. in Berührung steht? Deshalb, weil er gegen den Himmelsraum ausstrahlt, und weil die Atmosphäre die strahlende Wärme durchläfst, nimmt er eine Temperatur an, welche zugleich abhängt von der der umgebenden Luftschicht und von der der Sternenhülle, mit welcher er in Wärme-Austausch tritt. Wenn die Luftschicht nicht vorhanden wäre, würde die Temperatur der Sternenhülle gleich seyn der des Bodens, d. h. gleich —13° C.; allein da die Luftschicht von +11° C. erwärmend auf diese Oberfläche wirkt, so mufs offenbar, damit diese letztere ihre Temperatur —13° behalte, die Temperatur der Hülle oder die durch die Sternenwärme erzeugte Temperatur des Raums weit niedriger seyn. Um annähernd zu berechnen, wie grofs sie sey, müfste man folgende experimentelle Aufgabe lösen:

Die Kugel eines grofsen Thermometers werde in einer luftleeren Hülle auf einer constanten Temperatur, z. B. auf 0° erhalten. Auf diese leite man einen Gasstrom, ebenfalls von constanter, aber anderer Temperatur, z. B. von 100° C. Man leite ihn so, dafs das Gas um die Kugel eine gegen deren Durchmesser sehr dünne Hülle bilde. Damit das Gas sich nicht im Vacuo zerstreue, sey es auch von einer Hülle umgeben, die aber die strahlende

Wärme ohne Schwierigkeit durchläfst [1]). Was für eine Temperatur wird nun die Kugel annehmen? Wird sie bei 0° oder bei 100° liegen oder das Mittel 50° seyn? Diefs zu beantworten ist jetzt unmöglich; vielleicht wird es später geschehen können. Wenn einmal diese Aufgabe gelöst ist, wird es leicht seyn eine Anwendung davon zu machen auf die Bestimmung der Temperatur des Raums, in welchem sich die Erde bewegt. Denn die Data sind hier: die Temperatur der den Boden berührenden Luftschicht und die mittlere Temperatur dieses Bodens (abgesehen dabei von der Portion, die von der directen Wirkung der Sonnenstrahlen abhängt); die Unbekannte ist die Temperatur der Hülle, welche man wird bestimmen können, sobald man ihr Verhältnifs zu den beiden andern kennt. Freilich müfste man auch die gröfsere oder geringere Leichtigkeit kennen, mit welcher die Atmosphäre die strahlende Wärme durchläfst. Tägliche regelmäfsige Beobachtungen am Aethrioskop, wie man sie gegenwärtig auf der Sternwarte zu Genf anstellt, werden nach einiger Zeit dieses Datum liefern.

Bisher haben wir einen Umstand noch nicht in Rechnung gezogen, welcher ebenfalls dahin führen würde, dem Raum eine niedrigere Temperatur beizulegen als die, welche sich aus den obigen Betrachtungen ergiebt; diefs ist der Einflufs der innern Erdwärme auf die Temperatur der Erdoberfläche. Um diese zu Paris auf —13° C. zu erhalten, mufs die Sternenhülle eine so niedrigere Temperatur haben, dafs sie nicht nur die Wirkung der Luftschicht von +11° C., sondern auch die der inneren Wärme aufwiegt. Es scheint mir daher nicht schwierig einzusehen, dafs diese Temperatur, obwohl jede Berechnung derselben unmöglich ist, so niedrig seyn müsse, um den

1) Zu dieser Hülle könnte man Steinsalz anwenden, da dasselbe, nach Hrn. Melloni's Versuchen, strahlende Wärme von jeglicher Intensität durchläfst.

den physischen Zustand zu erklären, in welchem sich die an dieser Temperatur theilnehmende Gränzschicht der Atmosphäre befindet.

Zwar wird der zuletzt erwähnte Umstand von Hrn. Poisson nicht angenommen werden, da er das Daseyn einer Erdwärme läugnet. Allein diefs ist auch einer von den Punkten, über welche unsere Meinung von der des berühmten Mathematikers abweicht. Wir erkennen die Kraft seiner Einwürfe gegen die Annahme eines noch flüssigen Zustandes des Erd-Innern an; allein wir glauben nicht, dafs es nöthig sey, diesen flüssigen Zustand vorauszusetzen, um das Daseyn einer innern Wärmequelle zu erklären. Es reicht die Annahme hin, dafs in einer gewissen Tiefe unterhalb der Oberfläche der Erde eine chemische Wirkung stattfinde. Nichts ist wahrscheinlicher als die Existenz einer solchen Wirkung, da alle zu ihrer Erzeugung nothwendigen Data vorhanden sind. Wir verbreiten uns nicht weiter über diesen Punkt, der nächstens besser, als wir es zu thun vermöchten, von einem gelehrten Kollegen des Hrn. Poisson, Hrn. Becquerel, auseinandergesetzt werden wird. Wir begnügen uns blofs daran zu erinnern, dafs die Phänomene der Vulkane, der heifsen Quellen und Erdbeben eben so viele Thatsachen sind, welche, wie die Temperaturzunahme mit der Tiefe, das Daseyn einer kräftigen Wärmequelle im Innern der Erde erweisen.

Es scheint uns also nicht, dafs die Theorie des Hrn. Poisson, ungeachtet ihrer Sinnreichheit, angenommen werden könne; vor allem, wenn man erwägt, welche ungeheuren Temperaturveränderungen sie im Himmelsraum voraussetzen müfste, Veränderungen, welche noch bedeutender werden als Hr. Poisson andeutet, wenn man genöthigt ist, wie wir es glauben thun zu müssen, dem Himmelsraum eine weit geringere Temperatur als — 13° C. beizulegen. Wo sind die Beweise, dafs diese Temperatur des Weltenraums für eine andere Lage der Erde hö-

her war, und nicht niedriger oder eben so grofs als jetzt. Und wenn man erwägt, mit welcher aufserordentlichen Langsamkeit unser Planetensystem sich im Weltenraum fortbewegt, so schaudert man vor der unermefslichen Zahl von Jahrhunderten, die zwischen jetzt und damals wo die Erde sich in einem Theil der Sternenhülle befand, welcher in allen Beziehungen nothwendig sehr verschieden war von dem, wo sie gegenwärtig befindlich ist, verstrichen seyn müfste.

---

[Möge es erlaubt seyn, die Hypothese des berühmten Mathematikers noch von einer andern Seite her zu beleuchten. Hr. Poisson giebt zu, wie man gesehen, dafs die Erde, wegen ihrer Kugelgestalt, ehemals flüssig gewesen; aber er bestreitet, dafs sie es jetzt noch sey im Innern, hält es sogar für unmöglich. Er läfst sie aus dem feurigflüssigen Zustand von innen her erstarren, läfst sie durch Tausende von Jahrhunderten ihre hohe Temperatur ganz verlieren, darauf in eben so unermefslichen Zeiträumen von aufsen her durch die Strahlung glühender Fixsterne bis zu einer gewissen Tiefe erhitzen, und nun endlich abermals erkalten. Alles dieses wird von ihm angenommen, lediglich weil er es nicht für glaublich hält, dafs die Erde bei ihrer Erkaltung von aufsen her auch von dort zu erstarren begonnen habe.

Billig kann man hiebei wohl fragen, ob denn dieser Vorgang eine solche Unwahrscheinlichkeit habe, dafs es gerechtfertigt sey, ihn auszuschliefsen und dafür zwei neue so extravagante Hypothesen hinzustellen. Was wissen wir denn von dem specifischen Gewicht der Bestandtheile unseres Erdballs im flüssigen und im starren Zustand? Schwimmt nicht Eis auf Wasser, starres Eisen auf geschmolzenem? Warum sollen denn gerade die erstarrten Theile des Erdkörpers in der Gluth untergesunken seyn? Nothwendig war es nicht, und er-

wiesen durch Erfahrungen ist es auch nicht. Selbst wenn die erstarrten Theile ein wenig dichter waren als die flüssigen, brauchten sie nicht nothwendig unterzusinken, sondern konnten durch die Centrifugalkraft an der Oberfläche zurückgehalten worden seyn.

Eben so wenig ist bekannt, dafs eine Flüssigkeit, zumal bei hoher Temperatur, sich durch blofsen Druck verfesten könne; für die, welche bei ihrer Erstarrung sich ausdehnen, ist es nicht einmal wahrscheinlich. Alle Gründe also, welche Hr. Poisson gegen die Möglichkeit einer Erstarrung der Erde von der Oberfläche ab hervorsucht, haben nicht das Gewicht, welches er und auch Hr. de la Rive ihnen beilegt. Immerhin mögen einzelne ausgeschiedene Massen von gröfserem specifischen Gewichte hinabgesunken seyn; aber dafs Alles hinabsank, sich obenauf gar keine Kruste bildete, welche, worauf es hier ankommt, das Erkalten des Erdkörpers hemmte oder sehr verlangsamte, das kann sicher nicht zulässig genannt werden.

Mit der Annahme, das Innere der Erde sey gegenwärtig noch flüssig, fällt zugleich ein anderer von Hrn. Poisson erhobener Einwurf fort, nämlich die stete Zunahme der Wärme nach dem Mittelpunkt und die überschwenglich hohe Temperatur von zwei Millionen Graden daselbst, die er, etwas kühn, aus den innerhalb der Erdkruste gemachten Beobachtungen abgeleitet hat. Dieser Einwurf beruht wesentlich auf der Voraussetzung eines starren Erdkerns, wiewohl er auch stillschweigends den gleichfalls unerwiesenen Satz einschliefst, dafs die Wärme überhaupt einer unendlichen Steigerung fähig sey. Ist das Innere flüssig, so steigt die Temperatur nur bis dahin; innerhalb der Flüssigkeit selbst wird sie durch die nothwendig eintretenden Strömungen so gut wie gleichförmig gemacht seyn.

Alle diese Gründe, im Verein mit den bereits von Hrn. de la Rive angeführten, wohl erwogen, wird man

sicher zugeben, dafs die Hypothese des Hrn. Poisson keine grofse Wahrscheinlichkeit, und mindestens keine Vorzüge vor der bisher angenommenen habe.

Was endlich die Meinung des Hrn. de la Rive betrifft, der gewissermafsen die von H. Davy aufgestellte, aber von ihm selbst wieder verlassene Hypothese von chemischen Actionen wieder aufzufrischen sucht, so kann man wohl fragen, was für chemische Processe es denn seyen, die in dem ebenfalls als *starr* von ihm angenommenen Erdkerne ein so allgemeines Phänomen, wie die innere Temperatur, zu erzeugen vermöchten. Die vulkanischen Erscheinungen, so weit sie bisher näher erforscht sind, haben die chemischen Actionen nur als *Folge* einer hohen Wärmequelle im Innern erkennen lassen; und in dem citirten Aufsatz des Hrn. Becquerel findet sich auch nichts Positives zur Beantwortung jener Frage. So lange sie aber nicht auf eine bestimmte Weise beantwortet worden ist, läfst sich die Wahrscheinlichkeit dieser Hypothese auch nicht abschätzen. *P.*]

## V. *Temperatur des Rheins an der Oberfläche und am Boden.*

Prof. Merian in Basel hat durch Beobachtungen in der Schwimmschule daselbst, angestellt während des Sommers 1834 mit einem durch einen Wachsüberzug träge gemachten Thermometer, gefunden, dafs der Rhein, der dort 16 Fufs tief ist, bis auf 0°,1 R. am Boden genau dieselbe Temperatur besitzt wie obenauf. Diese erstaunliche Temperaturgleichförmigkeit entspringt, nach ihm, aus dem Unterschied der Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, wodurch Alles schnell durcheinander gemengt wird. (*Biblioth univ. N. S. T. I p.* 146.)

## VI. *Ueber mikroskopische neue Charaktere der erdigen und derben Mineralien; von C. G. Ehrenberg.*

(Nach einer neueren Mittheilung in der Academie der Wissenschaften zu Berlin vom August d. J.)

Die Abbildungen auf Tafel I.

Wer es nicht verschmäht den Gang meiner sämmtlichen bisherigen Untersuchungen eines Blickes zu würdigen, wird sich nicht wundern, wenn ich über die Verhältnisse der Mineral-Körper Beobachtungen angestellt habe, wenn diese nun allmälig Resultate geben, die zu rascher Reife gelangen, und daher der öffentlichen Benutzung übergeben werden können. Die bei allen Untersuchungen nöthigen Reflexionen und Combinationen verbinden das Anorganische mit dem Organischen auf die natürlichste Weise, und so wird der Physiolog, ausgehend vom Organischen, eben so zum Mineralogen, wie jetzt der Geognost, ausgehend vom Anorganischen, die wichtigsten Facta für Zoologie und Physiologie erfaſst und zu Tage fördert.

Den offenbaren groſsen sich verallgemeinernden Einfluſs organischer Thätigkeit auf das sogenannte Feste der Erde habe ich nach mikroskopischen Untersuchungen bereits zur Kenntniſs gebracht. Auch habe ich im vorigen Jahre einige vielleicht wenig beachtete, aber mich immer noch in Spannung erhaltende Resultate über Krystallisations-Erscheinungen mitgetheilt. Jetzt sind auch mehrere Erscheinungen an scheinbar unkrystallinischen Mineral-Körpern für meine Reflexion allmälig so wichtig geworden, daſs ich sie mitzutheilen mich angeregt fühle.

Es giebt, wie es mir nun scheint, eine Möglichkeit der mikroskopischen Analyse, welche für die Erkennt-

1) Siehe diese Annalen 1835.

nifs der wahren Natur vieler, vielleicht aller Mineral-Körper von grofsem Einflufs zu werden verspricht. Ich meine nicht die sich nur verfeinernde Kenntnifs jener Reste von organischen Körpern als Bestandtheile vieler Steinarten; diese bilden ein grofses, aber nicht alleiniges Bereich der sicheren mikroskopischen Analyse. Ich meine vielmehr die ganz eigentlich anorganischen Erd- und Steinarten. Ja ich weifs bis heut noch nicht, wo es aufser den Schranken der Sehkraft eine Gränze dieser Charaktere geben wird, da sie von den Krystallen schon nicht mehr ausgeschlossen bleiben.

Mit anderen Worten: Es giebt für Mineralogie, wie es scheint, in einem gewissen, aber ja nicht mifszuverstehenden Sinne, charakteristische sichtbare Elementartheile der Körper, welche mit den Elementarfasern des Thierkörpers und den Elementarzellen des Pflanzenkörpers vergleichbar erscheinen. Diese Elementartheile sind keineswegs jene vielbesprochenen Atome, und sind es so wenig, als Pflanzenzellen Atome der Pflanzen sind. Die unter bestimmten Gesetzen vereinigten, gleichsam polarisirten Elementartheile der Mineralien bilden regelmäfsige und feste anorganische Formen, deren complicirteste vielleicht die facettirten Krystalle sind.

Ich theile folgende Beobachtungen vorläufig mit: Aller Quarz, auch der wahre Krystall, zeigt unter dem Mikroskope in seinen feinsten Fragmenten dicht an einander gedrängte kleine Kügelchen, welche bis $\frac{1}{2000}$ Linie im Durchmesser haben und sehr gleichförmig sind. Im Glase sind diese schwer zu erkennen, ohne dafs man deshalb berechtigt ist ihre Anwesenheit zu verneinen. Alle von mir bisher untersuchten kieselerdigen Substanzen zeigen auf den Bruchflächen oder in ihrer ganzen Substanz ähnliche sehr kleine Körner. Ganz ähnliche Körner entstehen auf chemischem Wege, wenn man aus Kieselflüssigkeit durch Säure die Kieselerde niederschlägt. Der durchsichtigste Glimmer zeigt ähnliche gleichförmige

Elementartheile dann auf das Deutlichste, wenn er erhitzt und dadurch mit Verlust der Flufssäure undurchsichtig geworden. Gerade so erscheint Eiweifs unter dem Mikroskop vor dem Erhitzen homogen, nach dem Erhitzen (als Coagulum) wie dicht an einander, gedrängte durch Entweichen von Wasser nur contrahirte, verdichtete Kügelchen. Die unregelmäfsig zusammengemischten Kügelchen der kiesel- und thonerdehaltigen Substanzen erscheinen durch starkes Glühen so regelmäfsig aneinander gereiht (polarisirt?), dafs sie nach allen Richtungen sich durchkreuzende gegliederte Stäbchen bilden. So sieht man sie in den Scherben des Porcellans.

Ferner bestehen viele kieselerdige Substanzen, Meerschaum, vieles Steinmark, Bergseife u. drgl., aus gegliederten Stäbchen oder aus reihenweis verbundenen gleichartigen Elementartheilen. Das Bergleder ist ein lokkerer Filz solcher Kiesel-Gliederfäden, welche an die Gaillonellen erinnern. Seit ich das geglühte Porcellan untersucht habe, und da sich in dessen Gliederstäbchen keine (organischen) Verschiedenheiten, wie im Eisen-Ocker, finden, so glaube ich, obschon von directer Beobachtung durch Mangel an Sehkraft verlassen, nicht direct an Organisches bei diesen Verhältnissen. Verfälschten Meerschaum kann man durch das Mikroskop sogleich entdecken. Er enthält zwischen seinen regelmäfsigen Gliederfäden unregelmäfsige (Sand) Körperchen. Mehrere bunte Thone, wie der streifige aus Brasilien und der rothe aus Murcia, erscheinen ganz abweichend von anderen Thonen, sie gleichen dem Meerschaum. Sehr meerschaumähnlich, aber gemischter mit Fragmenten von Feldspathkrystallen, sind die Thone von Meifsen und Bennstädt. Hingegen der weifse Bunzlauer Thon und der rothe Thon aus Nissa in Servien zeigen übereinstimmend Fragmente von Porcellanerde (Kaolin?) und unregelmäfsige Fragmente von Quarz, Feldspath u. s. w. Der Lenzinit von Call besteht fast ganz aus Kaolin.?

Dieser Kaolin, wenn man nämlich die ältere Porcellanerde von Aue, welche in Meifsen verbraucht worden, ihres Form-Unterschiedes halber, dem zersetzten Feldspathe gegenüber so nennen kann, besteht aus platten, bis $\frac{1}{36}$ Linie grofsen, oft kleineren scheibenförmigen Körpern, welche in concentrische Ringe oder Schaalen zerfallen. Fast die ganze Substanz löst sich unter dem Mikroskop in gröfsere oder kleinere gekrümmte Fragmente jener Körper auf, deren Ringe durch feine Querstriche ebenfalls gegliedert sind. Diese Querstreifen scheinen sich nicht bei allen Ringen auf ein gemeinsames Centrum zu beziehen. Die so regelmäfsigen Körper, welche sich auch in den technisch gesuchteren Thon- und Lehmarten einzeln vorfinden, in den gemeineren aber bisher nicht sichtbar waren, fehlen, wie es scheint, denjenigen Porcellanerden, welche sichtlich aus zerfallenen Feldspathkrystallen entstehen, indem ich bei diesen nur unregelmäfsig zerkleinerte Krystallsubstanz erkannte.

Diese regelmäfsigen Körper sind durch eine Beobachtung meines Freundes, des Hrn. Dr. Fritzsche in Petersburg für die anorganische Natur gewonnen und festgestellt worden. Er fand dergleichen in einem künstlich bereiteten neuen Salze aus der Auflösung von Magnesia alba (vergl. Poggend. Annalen, 1836, Bd. XXXVII S. 305, wo auch eine Abbildung ist). Es ist also wohl ein der Glaskopfkrystallisation ähnlicher Krystallisationszustand.

Eine ähnliche Reihe von Erscheinungen haben die kalkigen Fossilien erkennen lassen. Der kohlensaure Kalk aus absichtlichen chemischen Niederschlägen, unter dem Mikroskop betrachtet, zeigt sich als ovale Körner von $\frac{1}{480}$ bis $\frac{1}{800}$ Linie Gröfse, und das sind ziemlich deutlich kleine, stumpf doppelt zugespitzte Krystalle, die ich nicht dem Niederschlag von Kieselerde ganz gleich achten möchte. Die Kreide verhält sich ganz anders, eben so die Kalkmilch und Kalkguhr.

Sehr auffallend, an das Organische erinnernd, ist die Bildung der Mondmilch von Nanterre und Bar in Frankreich, der Bergmilch von Lischkau und des Kieselguhr von Wunsiedel und der Baumannshöhle. Der Kalkguhr von Wunsiedel, die Bergmilch von Lischkau und die Mondmilch von Bar bestehen aus steifen, einfachen, geraden, feinen Gliederstäbchen, deren Glieder (Elementartheile) ziemlich gleichförmig sind. Am längsten sind sie in der von Bar. Zusammengesetzter ist ihre Bildung in dem Kalkguhr der Baumannshöhle und der Mondmilch von Nanterre. Hier lagern sich viele Gliederstäbchen bündelartig so an einander, dafs die Glieder Spiralen bilden. Es ist schwer, sich ein so spiralförmiges Polarisations-Verhältnifs zu denken, leichter wäre die Analogie des Organischen zu finden. Die Elementartheile, als rundliche Glieder, messen $\frac{1}{1500}$ bis $\frac{1}{4000}$ Linie.

Das Merkwürdigste von allen diesen Verhältnissen ist wohl die regelmäfsige Form der kleinsten Kreidetheilchen. Die weifse Kreide von Rügen, die von den dänischen Inseln und die gelbe Kreide von Puskaresz zeigen gleichartige elliptische, sehr kleine platte Körperchen, wie die Porcellanerde, welche aus nur wenigen concentrischen Ringen bestehen. Meist erkennt man nur einen Ring und einen unebenen Kern. Der Ring ist sehr deutlich gegliedert (ein krummer Gliederstab), und diese Elementartheile als Glieder, sowohl des Ringes als des Kernes, messen wieder $\frac{1}{1500}$ bis $\frac{1}{2000}$ einer Linie. Analysirt man die Kreide unter dem Mikroskope sehr genau, so erkennt man, dafs nichts weiter da ist, als jene elliptischen Körper und ihre gegliederten Fragmente, eingehüllt in viele einzelne Glieder. Die elliptischen Körper messen $\frac{1}{192}$ bis $\frac{1}{480}$ Linie. Mit 300maliger Linear-Vergröfserung kann man sie erkennen, mit 500maliger sind sie vollkommen deutlich.

Diese Verhältnisse sind es, welche ich nur einfach zur Sprache bringen wollte. Ich besitze die analytischen

Zeichnungen von nahe an hundert der merkwürdigeren Fossilien, und habe auf synthetischem Wege schon manches erreichen können, was Licht in einige dieser Verhältnisse zu bringen scheint. Auch wird die Anwendung des Mikroskops, ohne Rücksicht auf das Genetische, zuweilen schon interessante Fingerzeige geben. So ist z. B. der so poröse, ganz unkrystallinische Rüdersdorfer Kalk bis in seine kleinsten Theile einer Krystalldruse ähnlich.

## Erklärung der Abbildungen auf Tafel I.

Form der mikroskopischen Elementartheile der Mineralien.

Fig. 1. Form der Porcellanerde von Aue, Kaolin: *a* ganze Körper, *b* Fragmente.

Fig. 2. Form der Kreide von den dänischen Inseln: *A* 300 Mal vergröſsert, *B* 500 Mal vergröſsert. *a* ganze Körper, *b* Fragmente.

Fig. 3. Kalkguhr der Baumannshöhle: *A* 300 Mal, *B* 500 Mal vergröſsert.

Fig. 4. Mondmilch von Nanterre: *A* 300 Mal, *B* 500 Mal vergröſsert.

Fig. 5. Aechter Meerschaum aus Anatolien.

Fig. 6. Unächter (gemischter, unreiner).

Fig. 7. Bunzlauer Thon: *a* Kaolin, *b* meerschaumartige Kieselerde, *c*, *d* Quarz- und Feldspathfragmente?

Fig. 8. Bennstädter Thon: Kaolin fehlt, *b* meerschaumartige Kieselerde, *c*, Feldspath- und Quarzfragmente?

Fig. 9. Structur des Porcellans.

Giebt es auch hier während der Bildung eine ordnende lineäre, circuläre und spirale Bewegung? Bilden erstere die Stäbchen, letztere die Flächen, Blätter u. s. w.?

## VII. *Schreiben des Hrn. Professor Rudberg zu Upsala an Alexander v. Humboldt über Veränderung der magnetischen Inclination und Declination, über Einfluſs der Nordlichte auf diese Erscheinungen und über Temperatur des Bodens.*

Upsala, 9. October. 1836.

— Da die Beobachtungen, welche ich zur Bestimmung der magnetischen Elemente im August dieses Jahres hier in Upsala, auf demselben eisenfreien Platze auſserhalb der Stadt, wo ich 1834 beobachtete, angestellt habe, auf das Bestimmteste zu dem Resultate führen, daſs das eine dieser Elemente, nämlich die Inclination, gegenwärtig unter der Polhöhe von Upsala oder Stockholm wirklich ihr Minimum erreicht hat, so nehme ich mir die Freiheit Ihnen die beobachteten Werthe vorzulegen. Damit aber das Resultat mit einmal deutlich hervortreten möge, werde ich hier alle Inclinationsbestimmungen, die ich theils in Stockholm, theils hier mit demselben Gambey'schen Inclinatorium seit 1832 gemacht habe, zugleich zusammenstellen. Bei diesen Beobachtungen sind die Nadeln immer zu Anfange von Neuem magnetisirt, und bei jeder Umkehrung der Pole ist eine gleiche Anzahl von Strichen, wie bei jener anfänglichen Magnetisirung, gegeben worden. Die Beobachtungen sind folgende:

| Jahr, Ort | Datum | Zeit | | Inclination | Nadel |
|---|---|---|---|---|---|
| 1832 in Stockholm d. | 1. Aug., zwisch.: | $4^h 30'$ u. $8^h$ Nachm. | Inclin. = | 71° 38',0 nach d. Nad. No. | 2 |
| - - - - | 2. - - | $11^h$ Vorm. u. $4^h$ Nachm. | - = | 40,5 - - - - | 1 |
| - - - - | 12. - - | $11^h$ Vorm. u. $2^h 30'$ Nachm. | - = | 40,0 - - - - | 2 |
| - - - - | 24. Dec., - | $1^h$ u. $4^h$ Nachm. | - = | 40,5 - - - - | 2 |
| - - - - | 26. - - | $10^h$ Vorm. u. $2^h 30'$ Nachm. | - = | 41,7 - - - - | 1 |
| 1833 - - - | 22. März, - | $0^h 30'$ u. $2^h 30'$ Nachm. | - = | 41,4 - - - - | 2 |
| - - - - | 22. - - | $3^h$ u. $5^h$ Nachm. | - = | 41,9 - - - - | 1 |
| 1834 in Upsala - | 19. Juni, - | $2^h 15'$ u. $5^h 30'$ Nachm. | - = | 43,4 - - - - | 1 |
| - - - | 19. - - | $6^h$ u. $9^h$ Nachm. | - = | 40,8 - - - - | 2 |
| - - - | 26. - - | $10^h 45'$ Vorm. u. $1^h 20'$ Nachm. | - = | 43,0 - - - - | 2 |
| - - - | 26. - - | $2^h 15'$ u. $5^h$ Nachm. | - = | 41,8 - - - - | 2 |
| in Stockholm - | 22. Dec., - | $10^h 30'$ Vorm. u. $1^h$ Nachm. | - = | 40,5 - - - - | 1 |
| - - - - | 22. - - | $2^h 30'$ u. $4^h$ Nachm. | - = | 36,1 - - - - | 2 |
| - - - - | 23. - - | $0^h 30'$ u. $2^h$ Nachm. | - = | 39,6 - - - - | 2 |
| 1836 in Upsala - | 9. Aug., - | $9^h$ Vorm. u. $8^h$ Nachm. | - = | 38,3 - - - - | 2 |
| - - - - | 10. - - | $8^h$ Vorm. u. $2^h$ Nachm. | - = | 42,4 - - - - | 1 |
| - - - - | 10. - - | $4^h$ u. $7^h$ Nachm. | - = | 41,1 - - - - | 1 |

Diese *siebzehn*, während der vier Jahre gemachten Bestimmungen weichen von einander nur um eine Quantität ab, die theils aus der täglichen Variation der Neigung (welche hier etwa 3′ bis 4′ beträgt), theils aus unvermeidlichen Beobachtungsfehlern leicht zu erklären ist. Das *Minimum* der Inclination scheint mir also wirklich vorhanden. Das Mittel wird für Upsala =71° 41′,5 und für Stockholm =71° 40′,0.

Was die Beobachtung am 22. Decemb. 1834 Nachmittags mit der Nadel No. 2 betrifft, welche Beobachtung den geringsten Werth von allen, nämlich nur 71° 36′ gab, so kann ich nicht umhin zu bemerken, dafs am Abend dieses Tages ein sehr starkes Nordlicht gesehen wurde; deshalb wiederholte ich am folgenden Tage die Beobachtung mit derselben Nadel, wo dann auch der Werth der Neigung wirklich gröfser ausfiel.

Den Einflufs des Polarlichts aber auf die Inclinationsnadel habe ich letzthin wahrzunehmen Gelegenheit gehabt, da ich in der Nacht vom 22. und 23. verflossenen Septembers sowohl die Declinationsnadel als die Neigungsnadel von Viertel- zu Viertelstunde beobachtete. Hiebei geschah es oft, dafs die Neigungsnadel vom absolutesten Stillstand augenblicklich in starke Oscillationen, von 5′ und 6′ Amplitude, gerieth. Die unregelmäfsige Aenderung betrug jedoch nicht mehr als gegen 10′. Die Neigung wurde hierbei *vermindert*. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, dafs, wenn der höchste Punkt des Nordlichtbogens mehr westlich oder östlich fällt als die mittlere Lage des magnetischen Meridians, die Declinationsnadel auch westlich oder östlich abgelenkt werde, d. h. dafs die Bewegungen der Nadel den Azimuthalveränderungen dieses Punktes des Bogens folgen, und eben so in ganz ähnlicher Weise, dafs: wenn die Corona Borealis höher oder niedriger fällt als die mittlere magnetische Neigung, die Inclination auch gleichzeitig vermehrt oder vermindert werde. Es ist hierbei sehr möglich, dafs die

Störungen in den allgemeinen magnetischen Verhältnissen der Erde, welche die von Ihnen genannten *magnetischen Gewitter*, und wahrscheinlich auch die Polarlichter verursachen, auf gewissen Stellen der Erde Ablenkungen in der Richtung der magnetischen Kraft nach einer bestimmten Seite überhaupt hervorbringen. So wird z. B. hier die Declination bei dem Nordlicht immer *vermindert*, wenigstens beweisen es ohne Ausnahme die zahlreichen Beobachtungen, die ich gesammelt habe. Ich werde die Nordlichter so oft wie möglich beobachten, um zu erfahren, ob ihre Einflüsse den so eben geäufserten Verhältnissen wirklich genügen oder nicht. Es wäre mir, da ich mit vorzüglichen Instrumenten ausgestattet bin, und da die Nordlichter, besonders seit einigen Jahren, hier sehr häufig vorkommen, sehr wünschenswerth zu wissen, ob es sonst noch einige Punkte hinsichtlich des Einflusses der Nordlichter auf die magnetischen Elemente gäbe, auf welche Sie meine Aufmerksamkeit besonders gerichtet zu sehen wünschen.

Wenn man zu den obigen Inclinationsbestimmungen noch die Beobachtung von Hansteen im Juni 1828, welche 71° 39',6 für Stockholm ergab, hinzurechnet, so wird das Vorhandenseyn des Minimums unbestreitbar. Dafs dieses nicht der Fall sey in *Paris*, geht daraus hervor, dafs ich daselbst durch eine grofse Anzahl Beobachtungen, Mitte Novembers 1831 und Anfangs Februar 1832, die Neigung = 67° 41 gefunden habe, und dafs auch Arago, wie aus dem *Annuaire* für 1836 erhellt, im November 1835 dieselbe = 67° 24' erhalten hat. Dieses zeigt eine starke jährliche Abnahme von über 4'.

Die absolute Declination wurde am 12. August von mir untersucht, und gefunden (auf demselben eisenfreien Platze):

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| zwischen | $10^h$ 45' | und | $0^h$ 48',5 | = 14° 37' 53" |
| - | 1 24,5 | - | 3 25 | = 36 20" |
| - | 5 25 | - | 6 54 | = 26 38,7. |

Vergleicht man diese Werthe mit denen, welche ich 1834 auf demselben Platze erhielt, und reducirt man, mittelst der gleichzeitigen Beobachtungen an der Variationsboussole, alle auf dieselbe Stunde des Tages, so werden die Resultate folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1834 d. 22. Juni Vorm. $10^h$ 15′ absol. Decl. in Upsala | = | 14° 32′ 22″ |
| 1836 d. 12. Aug. - - - - - - - | = | 26 6 |

oder auch:

| | | |
|---|---|---|
| 1834 d. 22. Juni Nachm. $7^h$ 0′ - - - - | = | 14° 32′ 22″ |
| 1836 d. 12. Aug. - - - - - - - - | = | 27 12 |

Die Abweichung hat sich also während dieser zwei Jahre um etwa 6′ vermindert. Um diese jährliche Veränderung genauer auszumitteln, werde ich später in dem magnetischen Hause, welches jetzt auf meine Kosten auf demselben mehrmals erwähnten Platze errichtet wird, die Abweichung immer des Morgens, etwa zwischen $4^h$ und $7^h$, d. h. *vor* $8^h$, bestimmen, weil die Nadel während dieser Tageszeit überhaupt am ruhigsten zu seyn scheint. Ich werde mich hierbei an die Epochen der Nachtgleichen und der Solstitien halten, so wie auch an die Mitte Februars und Augusts, da die Temperaturextreme im Allgemeinen eintreten, weil ich gar nicht an die Gleichgültigkeit der Epochen glaube, und von der Richtigkeit Ihrer Ansicht überzeugt bin, dafs die magnetischen Veränderungen im innigsten Zusammenhange mit den geothermischen Verhältnissen stehen.

Die Beobachtungen über die Temperatur der Erdrinde wurden in Stockholm bis zum Schlusse des Jahres 1834 fortgesetzt [1]), wo leider ein Thermometer und kurz nachher die beiden andern, man weifs nicht wie, zerbrochen wurden. Die Resultate für die letztere Hälfte dieses Jahres, welche noch nicht publicirt sind, nehme ich mir die Freiheit hier mitzutheilen. Die Zahlen sind die mittlere Temperaturen der Monate:

1) Die früheren Beobachtungen des Hrn. Prof. Rudberg finden sich in diesen Annalen, Bd. XXXIII S. 251. *P.*

| 1834. | In der Tiefe von | | |
|---|---|---|---|
| | 1. Fufs. | 2 Fufs. | 3 Fufs. |
| Juli . . . . . . . . . . | 18°,260 C. | 16°,653 C. | 15°,104 C. |
| August . . . . . . . . | 18 ,450 | 17 ,686 | 16 ,650 |
| September . . . . . . | 12 ,903 | 13 ,381 | 13 ,680 |
| October . . . . . . . | 7 ,370 | 7 ,932 | 8 ,551 |
| November . . . . . . | 2 ,201 | 3 ,098 | 4 ,970 |
| December . . . . . . | 0 ,364 | 1 ,305 | 2 ,310 |
| Mittel des halben Jahrs | 9°,925 C. | 10°,009 C. | 10°,211 C. |
| Mittel des ersten halben Jahres 1834 . . . . . | 4 ,060 | 3 ,970 | 3 ,790 |
| Mittel des ganzen J. 1834 | 6°,992 C. | 6°,989 C. | 7°,000 C. |

Das Mittel des ganzen Jahres ist also für die drei verschiedenen Tiefen *dasselbe* (nämlich =7°,00 C.). Dieses Resultat scheint mir auch nothwendig stattfinden zu müssen, wenn wirklich ein thermisches Gleichgewicht im Innern der Erde vorhanden ist, und fortwährend durch die Sonnenwärme von Aufsen unterhalten wird, denn der Wärmeverlust in einem Theil des Jahres mufs natürlicherweise durch den Wärmegewinn des andern Theils compensirt werden, und also mufs entweder die mittlere Temperatur der Erdrinde bis an die Gränze des jährlichen Wechsels absolut dieselbe seyn oder nur nach der gewöhnlichen Zunahme mit der Tiefe sich ändern [1]). Da diese aber nur 1° C. für etwa 100 Fufs beträgt, so würde die Zunahme für 3 Fufs doch nie mehr als 0°,03 betragen können, welche Quantität so klein ist, dafs sie mit den Fehlern, theils in den Thermometern selbst, theils bei der Ablesung, vergleichbar ist. Durch die täglich, ein ganzes Jahr hindurch fortgesetzten Beobachtungen an einem, zu einer beliebigen Tiefe (die jedoch nicht zu grofs genommen werden darf) versenkten Thermometer, wird folglich ein jährliches Mittel herauskommen, welches den Ort in geothermischer Hinsicht charakterisirt. Ein vollständiger Aufschlufs über diese wichtige Frage, so wie über den allgemeinen Gang der Wärmeverthei-

1) Vergl. Poisson Ann. Bd. XXXVIII S. 541. *P.*

lung von der Oberfläche der Erde nach dem Innern, wird hier, wie ich hoffe, zu Ende des kommenden Jahres erhalten werden, weil, auf meine Bitte und auf Kosten der hiesigen Societät der Wissenschaften, nicht weniger als 10 Thermometer bis zu verschiedenen Tiefen an einem passenden Orte versenkt werden. Die Tiefen sind 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15 und, wo möglich, 20 Fuſs. Die Thermometer werden jetzt in diesem Herbst eingesetzt, damit man mit voller Sicherheit am 1. Januar die täglichen Beobachtungen anfangen könne. Ich muſs hiebei noch erwähnen, daſs die Königl. Academie der Wissenschaften zu Stockholm, auf Veranlassung eines Schreibens vom Prof. Bischof in Bonn, jetzt eine ganze Reihe von Beobachtungen über die Erdtemperatur an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Höhen über dem Meere, auf der ganze Strecke von *Lund* bis über Torneå, veranstalten wird. Die Beobachtungen werden nur in *einer* Tiefe, nämlich in 4 Fuſs Tiefe, gemacht. Diese Reihe wird einen Breitenunterschied von etwa 13° (von Lund bis zum Kirchspiel Koresuando in Lappland) und einen Höhenunterschied von über 2000 Fuſs (die Stadt Röraas in Norwegen liegt 2026 Fuſs über dem Meer) umfassen, und folglich ohne allen Zweifel sehr interessante Resultate liefern [1]).

1) Die gegenwärtige Epoche ist den Fortschritten der Meteorologie überaus günstig. Auch in dem Russischen Reiche sind nach den Vorschlägen, die Alexander v. Humboldt und Professor Kupffer im Jahr 1829 der Kaiserlichen Academie der Wissenschaften gemacht hatten, nun auf Veranstaltung des verdienstvol- Directors des Bergwesens, General von Schefkin, meteorologische Stationen quer durch das ganze nordwestliche Asien über Moskau, Kasan, Tobolsk, bis zum Baikal-See und Nertschinsk zu Stande gekommen. Die meteorologischen Instrumente sind sorgfältigst mit einander verglichen worden, und für die gute Leitung der correspondirenden Beobachtungen über Luftdruck, Wärme, Feuchtigkeit und Windesrichtung bürgen Kupffer's Erfahrung und Scharfsinn. *P.*

Gerade dieser Tage sind mir Beobachtungen über die mir bemerkenswerth scheinende Temperatur einer Quelle in der Stadt *Wisby*, auf Gottland, mitgetheilt. Die Beobachtungen sind vom 18. Januar bis 7. September dieses Jahres mittelst eines von mir geprüften Thermometers von Hrn. Säve, Candidaten der Medicin, angestellt, und haben fortwährend *dieselbe Temperatur*, nämlich $= + 5^{o},50$ C., gegeben. Diese Temperatur $5^{o},50$, welche während des ganzen Jahres permanent fortdauert, ist aber etwa $2^{o}$ oder $2^{o},5$ *unter* der mittleren Temperatur von Wisby. Wahrscheinlich existirt am Boden der Ostsee ein von Norden herabfliefsender kalter Strom, welcher die untere Erdschicht der Gegend, von wo die Quelle heraufspringt, abkühlt. Die Quelle liegt im Hause des Gymnasiums, etwa 500 Fufs vom Ufer und etwa 50 Fufs über der Meeresfläche.

## VIII. *Sternschnuppen in Grönland.*

Zu der wissenschaftlichen Ausbeute, welche wir der neuesten französischen Expedition nach dem Norden verdanken, gehören unter andern folgende meteorologische Notizen:

»In der Nacht vom 11. auf den 12. Nov. 1833 sahen Hr. Möller in Fredericksbaab und Hr. Kauffeldt in Gothaab einen Feuerregen gegen Westen. Die Esquimeaux, erschreckt durch den Anblick dieses Phänomens, (wie i. J. 1799. — *P.*) kamen eilig diese Herren zu wecken.«

Seit 11 Jahren, dafs Hr. Möller in Grönland wohnt, hat er es nur zwei Mal donnern gehört.

Die einzige Quelle, die in der Umgegend von Fredericksbaab, eine halbe Meile nordöstlich davon, vorhanden ist, hatte $+ 3^{o}$ C. Temperatur, während die Luft $+ 5^{o}$ C. zeigte.

## IX. *Declinationsbeobachtungen in Irkuzk und Einflufs eines Erdbebens auf dieselben;* von *Adolph Erman.*

Der Zusammenhang zwischen den *Temperaturen* der Erdoberfläche und zwischen den *magnetischen Wirkungen* derselben kann wohl nicht mehr geläugnet werden, seitdem wir die isodynamischen und die isothermischen Linien, überall wo sie genauer bekannt sind, fast identisch gefunden haben. Da nun von der andern Seite die *vulkanischen Kräfte* durch die Wärme von Erdschichten bedingt werden, welche von der Oberfläche nicht allzu entfernt sind, so wäre es nicht unerwartet, wenn auch die magnetischen Erscheinungen sich änderten an Orten, wo eben Eruptionen oder Erdbeben die Intensität jener vulkanischen Kräfte vermindern. Die Nichtexistenz eines solchen Einflusses ergiebt sich nun, wenigstens für einen bestimmten Fall, aus den folgenden Beobachtungen, welche mir eben deshalb der Aufnahme in die Annalen der Physik nicht ganz unwerth erscheinen.

Im Jahre 1829 am 7. *März* 16$^h$ 28′ wahre Zeit (16$^h$ 40′ mittl. Zeit), ereignete sich in *Irkuzk* ein Erdbeben, welches sowohl auf dem Parallelkreise von 50°, als auf denen von 52° und 54° Breite wahrgenommen wurde, und sich wahrscheinlich, gegen Süden wenigstens, auch noch weiter, nach *China* hinein, erstreckt hat. Ich habe in einem Briefe, welcher sich in diesen Annalen befindet (Bd. XVI S. 154), einige der Wirkungen dieses Ereignisses auf das Gehör und auf die Lage fester Gegenstände angeführt, und will jetzt noch das Detail der Beobachtungen mittheilen, vermöge deren ich schon damals äufserte: das Erdbeben habe auf die Richtung und auf die Variationen der Richtung des magnetischen Meridianes von *Irkuzk* keinen merklichen Einflufs ausgeübt.

Das Azimut eines um eine senkrechte Axe drehbaren Magnetes erleidet im Verlaufe der Zeitveränderungen von *drei* verschiedenen Arten. Die Beobachtungen an einer Variationsboussole lehren uns discrete Werthe der *Summe* dieser Veränderungen kennen; es gelingt aber dieselben von einander zu trennen, wenn wir die verschiedene Art von Abhängigkeit benutzen, in welcher jede dieser drei Klassen von Variabeln zu der *Zeit* zu stehen scheint. — Durch Beobachtungen der Declinationsveränderungen, welche ich an den von einander entferntesten Punkten der Erdoberfläche angestellt habe, halte ich mich für überzeugt, dafs ein *erster* Theil dieser Veränderungen dieselbe Periode wie der Stundenwinkel der Sonne am Beobachtungsorte besitzt. An jedem besonderen Orte findet man nämlich an auf einander folgenden Tagen und zu einerlei wahrer oder Sonnenzeit einerlei Werthe für die veränderliche Declination, bis auf Gröfsen, welche man der Gesammtwirkung der beiden andern Arten von Variationen zuschreiben kann. — Wenn man diese Beobachtungen stündlich und während einer längeren Zeit fortsetzt, und die zu einerlei Tage gehörigen zu einem arithmetischen Mittel verbindet, so zeigen diese Mittel meistens eine deutliche Abhängigkeit von der Ordnungszahl der Tage, zu denen sie gehören. Die Declination besitzt daher, aufser der genannten ersten Veränderlichkeit, noch eine oder auch mehrere von weit längerer Periode. Wir wissen noch Nichts über die Dauer des Zeitraums, nach welchem die Veränderungen dieser zweiten Art zu einerlei Werth zurückkehren. Wenn wir aber nur für ein verhältnifsmäfsig *kurzes* Intervall den Verlauf derselben durch Beobachtungen bestimmen wollen, so können wir uns ihn annähernd unter der Form einer der *Zeit proportionalen* Aenderung denken. Die Declinationsveränderungen der dritten Art unterscheiden sich endlich von den beiden genannten durch ihre, in Bezug auf die Zeit am Beobach-

tungsorte, durchaus gesetzlose Wiederkehr. Sie sind es, die sich oft mit beobachteten und vielleicht in vielen andern Fällen mit nicht beobachteten Nordlichtern gleichzeitig ereignen; und welche meistens, wie Gaufs zuerst entdeckt und bewiesen hat, an sehr weit von einander entfernten Punkten in demselben Augenblicke wirken.

Die etwaigen Einwirkungen eines plötzlichen Erdstofses konnten nur unter dieser *dritten* Klasse von magnetischen Variationen erwartet werden, ich habe daher versucht an meinen Beobachtungen in Irkuzk diese eben genannten, von den zwei andern Arten der Variationen zu trennen. Zu diesem Ende habe ich mir eine jede beobachtete Declination unter der Form:

$$D + \alpha(t - \textit{März } 0{,}00) + F(h) + U$$

gedacht; wo $D$ die mittlere Declination für *März* 0,00, $t$ das in Tagen und deren Decimaltheilen ausgedrückte Moment der Beobachtung, und $\alpha$ die tägliche Veränderung der mittleren Declination, so wie $h$ und $F(h)$ respective die wahre Sonnenzeit der Beobachtung und die davon abhängige Variation der *ersten* Art, und $U$ endlich die Variation der dritten Art, vermehrt durch den zufälligen Fehler der Beobachtung, bezeichnen. Ist nun an mehreren auf einander folgenden Tagen zu derselben oder nahe zu derselben Stunde beobachtet worden, so wird die Summe solcher Beobachtungen als *frei* von $U$ betrachtet, oder das arithmetische Mittel von $n$ derselben durch:

$$D + \alpha\left(\frac{[t]}{n} - \textit{März } 0{,}00\right) + F(h).$$

dargestellt werden können, wenn [ ] eine Summe analoger Gröfsen bedeutet. Subtrahirt man nun diese Gröfse von jeder der zu derselben Stunde gehörigen einzelnen Beobachtungen, und wiederholt dieselbe Operation auch für die übrigen Tagesstunden, so fallen die erhaltenen Zahlen $i i' \ldots i_{,} i'_{,} \ldots$ unter die Formen:

$$i = a\left(t - \frac{[t]}{n}\right) + U \qquad i_{,} = a\left(t_{,} - \frac{[t_1]}{n}\right) + U_1 \ldots\ldots$$

$$i' = a\left(t' - \frac{[t]}{n}\right) + U \qquad i'_{,} = a\left(t'_{,} - \frac{[t_1]}{n}\right) + U'_1 \ldots\ldots$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

in denen nur $a$ und $U U' \ldots U_{,} U'_{,} \ldots$ unbekannt sind. — Ich habe nun aus den *Irkuzker* Beobachtungen 100 solcher Gleichungen gebildet und den Werth von $a$ aus denselben so bestimmt, dafs die Summe der Quadrate der Gröfsen $U$ ein Minimum wurde. Diese Bestimmungsart involvirt freilich die Annahme, dafs jene zufälligen Variationen ($U$) ihrer Natur nach mit den zufälligen *Beobachtungsfehlern* übereinkommen, und zwar namentlich: dafs dieselben ein gewisses Maximum niemals überschreiten können, dafs unter ihnen gröfsere Werthe seltener vorkommen als kleinere, und dafs gleich grofse, eben so oft positiv als negativ gefunden werden. Es scheint aber diesen Voraussetzungen nichts entgegen zu seyn, in sofern nur die vorhandene Beobachtungszeit hinreichend lang ist. Selbst in dem entgegengesetzten Falle kann übrigens eine Unsicherheit über den Werth von $a$ nur den an sich willkührlichen Anfangspunkt verrücken, von welchem man die zufälligen Variationen an zählt, und die Distanz zwischen den östlichen und westlichen Extremen dieser Variationen würde auch dann noch ungeändert und nur von der richtigen Bestimmung von $F(h)$ oder dem *Einflusse der Tagesstunden* abhängig bleiben. Man erhält aber nun diesen, oder die Gröfsen:

$$D + F(h)$$

für die einzelnen Tagesstunden, indem man von den oben erwähnten arithmetischen Mitteln der Beobachtungen noch die Correction:

$$a\left(\frac{[t]}{n} - \textit{März}\ 0{,}00\right)$$

abzieht. Diese würde für alle Stunden constant, und da-

her $F(h)$ durch $\alpha$ gar nicht afficirt seyn, wenn die Beobachtungsreihe weiter gar keine Lücken enthielte.

Für *Irkuzk* habe ich nun auf diesem Wege gefunden:
*Mittlere Ostdeclination für die Zeit t:*

$$= 1^{\circ}\,55'\,32'' + 20'',838\,(t - \textit{März}\ 0{,}00)$$

und man erhält die Declination, welche ich an den einzelnen Stunden der Tage von *Februar* 27 bis *März* 11 beobachtet habe, indem man zu den discreten Werthen des eben genannten Ausdruckes diejenigen Zahlen aus den folgenden zwei Tafeln entnimmt, welche den in Rede stehenden Stunden entsprechen. Die erste dieser Tafeln enthält nämlich unter der Ueberschrift: $F(h)$ und mit dem Argument *wahre Zeit* den vom Stundenwinkel abhängigen Theil der beobachteten Variationen; die zweite Tafel aber die als aufserordentliche Störungen zu betrachtenden Gröfsen im Verein mit den zufälligen Beobachtungsfehlern, von denen sie nicht getrennt werden können.

| Wahre Zeit. $h$. | Horar-Variationen. $F(h)$. |
|---|---|
| 0h 12' | —1' 46" |
| 1 9 | —2 5 |
| 2 19 | —4 13 |
| 3 28 | —0 58 |
| 4 21 | —2 44 |
| 5 21 | —1 45 |
| 7 13 | —1 45 |
| 9 10 | —1 3 |
| 10 15 | —0 50 |
| 11 19 | —0 45 |
| 12 24 | 0 0 |
| 18 44 | —0 21 |
| 19 10 | +0 42 |
| 20 18 | +2 44 |
| 21 22 | +3 18 |
| 22 20 | +1 44 |
| 23 23 | —0 18 |

## Werthe von $U$ oder Störungen der Horar-Variationen.

| Wahre Zeit. | Febr. 27. | Febr. 28. | März 1. | März 2. | März 3. | März 4. | März 5. | März 6. | März 7. | März 8. | März 9. | März 10. | März 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0ʰ 12′ | | +2′ 3″ | −4′ 0″ | | | +0′ 41″ | | +1′ 16″ | | | | | |
| 1 9 | | | | | | +0 59 | +0′ 13″ | | | | | −1′ 12″ | |
| 2 19 | | | | +1′ 38″ | | | +1 48 | | | | | −3 26 | |
| 3 28 | | | | | | +0 30 | | −1 48 | +0′ 34″ | +0′ 44″ | | | |
| 4 21 | | | | | | | +0 42 | +1 0 | | | | −1 42 | |
| 5 21 | | | | −0 45 | −0′ 34″ | | +1 19 | | | | | | |
| 7 13 | | +2 30 | −2 51 | | | | +1 58 | | | | | | −1 37″ |
| 9 10 | | +1 46 | +1 5 | −0 58 | −1 26 | | | | | | | | −0 27 |
| 10 15 | | +0 28 | +1 51 | −1 52 | | | +2 5 | | | | +2′ 11″ | −2 54 | −1 53 |
| 11 19 | | +0 40 | +2 50 | −1 16 | +0 1 | −0 31 | | +0 35 | +2 22 | | | −2 43 | −1 58 |
| 12 24 | | +0 42 | +0 44 | −2 19 | −0 29 | −1 9 | | | (Erdbeb.) | | +2 31 | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 18ʰ 44 | | | −0′ 46″ | | −0′ 47″ | −0′ 19″ | +1′ 52″ | | | | | |
| 19 10 | | +2′ 12″ | −0 54 | −2′ 12″ | −0 54 | −0 26 | | +1′ 9″ | +1′ 36 | −0′ 45″ | +2′ 48″ | −2′ 32″ |
| 20 18 | | +2 58 | −3 3 | −3 25 | −2 57 | −0 44 | +0 47 | +3 51 | +0 29 | +1 14 | +4 32 | −3 42 |
| 21 22 | | +2 32 | −2 50 | −3 12 | −1 31 | −0 39 | | +2 18 | −1 29 | +1 20 | +3 33 | |
| 22 20 | +1′ 11″ | | −1 34 | −1 23 | +0 50 | | | | −1 4 | +1 59 | | |
| 23 23 | +1 1 | −4 11 | −1 51 | | +1 22 | | | +3 26 | −0 57 | +1 16 | −0 7 | |

Ostdeclination für die Zeit $t = 1^\circ\, 55'\, 32'' + 20'',838\,(t - \textit{März}\ 0{,}00 + F(h) + U.$

Man ersieht aus der zweiten Tafel, dafs in *Irkutzk* zwischen *Februar* 27 und *März* 11 überhaupt keine Störung beobachtet worden ist, welche 5' erreicht hätte. Betrachtet man aber noch besonders die Werthe für die Stunden, welche dem *Erdbeben* zunächst lagen, so zeigt sich auch in diesen durchaus kein anomaler Einflufs: sie gehören vielmehr zu den kleineren, die überhaupt vorkommen, d. h. die Declination hat sich an dem Tage, an welchem das *Erdbeben* eintraf, auffallend wenig von ihrem normalen Gange entfernt. Hierbei ist es freilich einem günstigen Zufalle zu danken, dafs nicht durch die Erschütterungen des Hauses, in welchem die Variationsboussole aufgestellt war, das Azimuth ihrer Null-Linie sich geändert hat! — denn hätte dieses stattgefunden, so würde sie sich in der vorstehenden Tafel für *U* auf dieselbe Weise, wie eine andere Declinationsveränderung aussprechen. Ich bemerke übrigens noch, dafs während der Erschütterungen die Mauer, auf der das Instrument stand, auch im *Azimuth* oscillirende Drehungen erlitten haben mufs: denn unmittelbar nach dem räthselhaften Ereignisse fand ich die Nadel in Azimuthalschwingungen, welche gegen 30' zu jeder Seite ihrer unveränderten Ruhelage betrugen.

---

## X. *Bemerkungen über Grundeis; von Joh. Christ. Aycke, Stadtrath in Danzig.*

Bei der Bedeckung der Ströme mit Eis ist es den Naturforschern immer noch eine Streitfrage geblieben: ob dasselbe sich *zuerst auf dem Grunde des Stromes oder auf dessen Oberfläche* erzeuge, und es fehlt nicht an Behauptungen der einen und der andern Entstehungsart. In neuerer Zeit haben sehr glaubwürdige Zeugen das Aufsteigen des Eises vom Grunde der Flüsse wahrgenommen, und durch so entschiedene Erfahrungen bekräftigt,

dafs man an der Wahrheit der Sache selbst kaum mehr zweifeln kann. Indessen scheint mir die Thatsache noch nicht umständlich genug erörtert zu seyn, daher man auch diese Erscheinung noch nicht genügend hat erklären können. Es ist also wünschenswerth: die Erfahrungen in der Natur selbst häufiger zu sammeln, und vorzüglich die dabei obwaltenden Nebenumstände nicht aus der Acht zu lassen, welche die Sache selbst völlig begründen und zur Erklärung der Erscheinung führen könnten.

Meine Erkundigungen und Beobachtungen beziehen sich auf die Ströme der *Weichsel und Radaune*, welche jährlich mit Eis bedeckt werden, und gewöhnlich die Erscheinung des sogenannten *Grundeises* darbieten, das bei beiden, ihrer nicht zu schnellen Strömung wegen, sich häufig zur Eisdecke zusammenzuschieben pflegt. Ich glaube aber, dafs die Eisbildung auf dem Grunde leichter und genauer in solchen Strömen zu beobachten seyn müfse, die, ihres starken Laufes wegen, nicht so leicht gefrieren, als in solchen, deren Oberfläche nur dahin schleicht und sehr bald erstarrt.

Sowohl die Weichsel als Radaune haben ein sandiges Bett mit Schlamm untermischt, in welchem bei letzterem Strome nur selten Feldsteine vorkommen dürften.

Durch Sondiren mit Stangen habe ich noch nie auf dem tieferen Boden dieser Ströme angehäuftes Eis bemerken oder von demselben heraufbringen können, obschon ich stundenlang vor dem Eisgange auf der Weichsel zubrachte, die zuweilen am Abende auf der Oberfläche keine Spur von Eis, aufser etwa an den Ufern, bemerken liefs, obschon sie am künftigen Morgen so mit schwimmendem Grundeise bedeckt war, dafs man mich nicht darauf herumführen wollte.

Es ist überhaupt merkwürdig, dafs oft bei —2° bis —3° R. Lufttemperatur, mehrere Tage lang, keine Spur von Grundeis sich vorfindet, welches gewöhnlich gegen den Morgen, vorzüglich wenn die Kälte nachläfst in ei-

nigen Stunden zum Vorschein kommt, und oft in kurzer Zeit sich so vermehrt, dafs die ganze Oberfläche des Stromes damit bedeckt wird und sich gewöhnlich nur langsam fortschiebt, da die Strömung bei niedrigem Wasser und dem hier geringen Gefälle der Weichsel nur langsam ist. In verticaler Richtung aufsteigende Grundeisschollen wollen hier mehrere, aber eben nicht sehr glaubwürdige Zeugen gesehen haben. Es kommt gewöhnlich meilenweit in blättrigen, schaumartigen Schollen, die meistentheils abgerundet und löcherich sind, angeschwommen, ohne dafs man seinen Entstehungsort entdecken oder nachspüren könnte. Doch ist sehr auffallend zu bemerken, dafs nicht alles wirkliches Grundeis, sondern auch viel losgerissenes Ufereis darunter gemischt ist, welches sich durch seine Solidität von dem jederzeit blättrigen, schaumartigen und schmutzigen Grundeise unterscheidet.

Wenn die Schollen dieses Grundeises sich an seichten Stellen oder Buchten des Flusses stopfen oder durch widrige Winde in ihrem Laufe gehemmt werden, so schieben sie sich zur festen und dicken Stromdecke zusammen, die bei anhaltender Kälte fest zusammenfriert, und bei schwachem Strome aus lauter gröfseren oder kleineren runden, ovalen und unförmigen Tafeln zusammengesetzt ist, die sich oft durch vier und mehr Zoll hohe Ränder sehr bemerklich machen. Bei schnellerer Strömung aber besteht diese Eisdecke aus den unter und über der Wasserfläche zusammengeschobenen einzelnen Schollen eines lockeren, fast schaumartigen Blättereises, das sich auf der Oberfläche oft drei, vier und mehr Fufs hoch aufthürmt, und eben so höckericht und zackicht in das Wasser hinabsenkt, und nicht selten bis auf den Grund erstreckt, wodurch Stopfungen entstehen können, die beim Aufgehen des Flusses im Frühjahr durch den oft stattfindenden Andrang des Wassers von oben her

sehr gefährlich werden, und Deichbrüche und Ueberschwemmungen veranlassen können. Eine solche zusammengeschobene Eisdecke wird bei starker Kälte oft in einigen Stunden so fest, dafs man darüber gehen kann, aber nur mit Mühe und grofser Beschwerde errichtet man darauf eine fahrbare Strafse. Indessen entsteht die Eisdecke der Weichsel nicht immer durch sogenanntes Grundeis. Wenn plötzlich strenge Kälte nach mehreren gelinden Frosttagen eintritt, erstarrt die Oberfläche oft zur Spiegeldecke von durchsichtigem, ganz compactem Eise, ohne vorhergegangenem Grundeise; zuweilen, wenn kein Hindernifs eine Stopfung veranlafst und starker Strom geht, gleitet das Grundeis mehrere Tage lang ruhig in das Meer fort, und der Flufs wird auf der Oberfläche wieder ganz frei davon, die sodann bei anhaltender und zunehmender Kälte spiegelblank zufriert. Diese junge Eisdecke ist ganz eben, sehr zähe und biegsam; ich sah mehrmals, bei 2 bis 3 Zoll Dicke, Leute darüber weggehen, obschon die Dicke sich wellenförmig bog, so dafs ich jeden Augenblick einen Einbruch befürchten mufste.

Dieses festere Eis unterscheidet sich sehr merklich von dem Grundeise. Es ist auf seiner oberen und unteren Fläche ganz eben, spiegelglatt und blank, zuweilen sehr wenig wellenförmig und uneben, wird oft mit der Zeit $1\frac{1}{2}$ Fufs und mehr stark, und ist nicht selten ganz durchsichtig, so dafs man das Wasser darunter fliefsen sehen kann. An der unteren Fläche desselben bemerkt man keine Anhäufung von schaumartigem Eise, das von Grundeis herrühren könnte, sondern alles ist gewöhnlich eben, compact und fest.

Ob nun die Grundeisblättchen sich mit der unteren Eisfläche zu einer homogenen Masse vereinigen können, oder ob nicht vielmehr die oft sehr stark erkältete Eiskruste dem darunter fliefsenden Wasser so viel Wärme entziehen oder zurückdrängen dürfte, dafs es unter 0°

erkälten und den unteren Anwuchs derselben befördern könnte, wage ich noch nicht zu entscheiden, da mir directe Erfahrungen hierüber abgehen.

Oft sah ich, von der Mündung des Flusses aufwärts, 1, 2 und mehr Meilen denselben mit einer Grundeisdecke belegt, sodann aber eine ganz eben und blank erstarrte Oberfläche von klarem, compactem Eise, die sich, so weit ich erfahren konnte, hinauf erstreckte, ohne von einer Grundeisfläche unterbrochen zu werden; zuweilen wechselten die beiderlei Eisdecken in meilenweiten Distancen, vorzüglich bei der Abarmung des Stromes in die Elbinger Weichsel und Nogat, wohin der vielleicht stärkere Strom das Grundeis führte, als unterhalb der Fluss schon mit klarem Eise bedeckt war.

Die von Hrn. Prof. Strehlke, Poggendorff's Annalen, 1833, Heft 5 S. 226, aufgeworfenen Fragen, will ich zu beantworten versuchen, in sofern eigene Beobachtungen und glaubwürdige Aussagen Anderer ausreichen dürften.

Wenn der Fluss mit einer Eisdecke belegt wird, sey es nun durch Zusammenschieben des Grundeises oder durch ruhiges Gefrieren der Oberfläche, so entstehen oft Lücken, zuweilen von beträchtlicher Grösse, *Blänken*, die das Eis nicht bedeckt hat, und die sehr selten und nur bei starker Kälte zufrieren. Diese sind meistentheils unzugänglich, indem das sie umgebende Eis am Rande dünn und unsicher ist.

Oefter noch machen Fährleute und Fischer bedeutende Oeffnungen, erstere quer über den Fluss, um die Passage nicht zu hemmen. Diese behaupten in den ersten 24 Stunden zuweilen noch Grund- oder Schaumeis vorüberziehen gesehen zu haben, sie müssen daher bei Tage und Nacht ihre Fahrt öfters reinigen und vom Eise befreien. Tritt aber starke Kälte ein, so bedeckt sich die Fahrt auch in einer Nacht mit ganz klarem und ebenem Eise, das sie wieder durchbrechen müssen. Doch

diesen Leuten ist wenig Zutrauen zu schenken, da ich mich oft selbst überzeugte, dafs sie theils die Fahrt nicht ganz von Eisfragmenten befreiten, theils die abgehauenen Stücke nicht herauszogen, sondern versenkten und unter die Eisdecke hinschoben, von wo der Strom sie leicht wieder zum Vorschein bringen konnte.

Die Fischer machen ihre Oeffnungen erst später, wenn die Decke stark genug geworden, um mehrere Leute zu tragen; sie reinigen dieselben sorgfältiger, und bei strenger Kälte frieren sie dessenungeachtet oft in einigen Stunden zu, und zwar mit ganz klarem, solidem Eise, so dafs man das Wasser dadurch fliefsen sehen kann. Mehrmals habe ich mit Stangen auf dem Grunde rühren lassen, ohne in den Oeffnungen stromabwärts Grundeis vorüberziehen zu sehen.

Oft habe ich bei absichtlich im Stromeise gemachten Oeffnungen die Entstehung der neuen Eisdecke beobachtet, und gröfstentheils gefunden, dafs die Wasserfläche zuerst in ganz feinen Blättchen und federförmigen Spiefschen krystallisirte, die gewöhnlich von der alten Eiskruste ausgingen, und da sie unter meinen Augen entstanden, sich schnell vergröfserten und mehrentheils an allen Seiten der Oeffnung sich angesetzt hatten, weder auf dem Grunde gebildet, noch vom Strome heraufgewirbelt seyn konnten. In kürzerer oder längerer Zeit, nach Maafsgabe der atmosphärischen Kälte, vergröfserten sie sich, stiefsen zusammen, die Zwischenräume füllten sich aus, und alles vereinigte sich zu einer ganz ebenen und soliden Eisfläche. Anfänglich hatte es beinahe das Ansehen des gewöhnlichen Fenstereises, das sich aber sehr bald verstärkte, das federartige Ansehen verlor und sich zur soliden, meistens ganz klaren Eisdecke umwandelte. Beim Aufbrechen dieser neu entstandenen Eisdecke bemerkt man, dafs sie keinesweges, wie das Grundeis, eine schaumartige, sondern vielmehr eine sehr solide Substanz ausmacht, die auf der unteren Flä-

che so glatt und eben als auf der Oberfläche ist, mithin zwar aus homogen zusammengefrorenen Eisblättchen und Spiefschen, nicht aber aus Grundeis entstanden seyn konnte.

Uebrigens ist diese Eisbildung auch ganz gleichmäfsig auf sehr langsam fliefsendem und stehendem Wasser, wie z. B. auf der Mottlau, auf Teichen und Stadtgräben, und auf den Pfützen der Landstrafsen. Da überdiefs die Anwohner der Ströme versichern, auf den oben angeführten Blänken, die oft 20 und mehr Ruthen im Umfange haben, und bei strenger Kälte in Wochen nicht mit Eis bedeckt werden, auf dem strömenden Wasser nie Grundeis heraufkommen oder fliefsen gesehen zu haben, so glaube ich annehmen zu dürfen, dafs, wenn der Flufs mit Eis belegt ist, weder unter dieser Decke, noch da, wo Oeffnungen darin eine unmittelbare Berührung der Luft mit dem Wasser verstatten, Grundeis gebildet werden könne.

Die Fischer u. s. w. behaupten: dafs sich dann vorzüglich nur Grundeis zeige, wenn der Strom zuvor geraucht habe. Dieses Dampfen der Flüsse tritt bekanntlich nur dann ein, wenn auf gelinde Witterung plötzlich beträchtliche Kälte erfolgt, und beruht lediglich auf dem Unterschiede der Temperatur der Luft und der des noch nicht mit Eis belegten Wassers, dessen Dünste in der wenigstens 1° bis 2° R. kälteren Luft abgekühlt und sichtbar werden.

Da nun durch diese Verdunstung die Oberfläche des Wassers sehr abgekühlt werden und endlich gefrieren mufs, so könnte auch die Bildung des Grundeises wohl dadurch befördert werden, vorzüglich wenn die Luft, wie gewöhnlich bei plötzlich eintretender Kälte, wenig Wassergehalt besitzt.

Diese gröfstentheils bekannten Bemerkungen stellen die Erscheinung des Gefrierens der Ströme nur im Allgemeinen dar, und möchten wohl zur Erklärung dieses Phä-

Phänomens nicht beitragen, daher ich mich bemühte, in dem Winter von $183\frac{3}{4}$ speciellere Untersuchungen und Beobachtungen hierüber anzustellen. Ich habe in diesen sehr unbeständigen Wintermonaten die Grundeisbildung sieben Mal auf der Radaune und drei Mal auf der Weichsel beobachten können, und zwei Mal den letzteren Fluſs mit einer glatten und soliden Eisdecke auf der Oberfläche überziehen gesehen. Ich werde die Erfahrungen nächstens mittheilen, wenn nochmalige Wiederholungen sie dazu eignen sollten, zur Kenntniſs der Naturforscher gelangen zu dürfen; allein der gelinde Winter von $183\frac{4}{5}$ bot dazu nur wenige Gelegenheit dar, die ich aber in dem darauf folgenden gehörig zu benutzen eifrigst bestrebt seyn werde.

---

## XI. *Ueber Becquerel's einfachen galvanischen Apparat, der zu Zersetzungen dienlich seyn soll; von Dr. Friedr. Mohr in Coblenz.*

---

In dem zweiten Stücke des XXXVII. Bandes dieser Annalen, S. 429, sind zwei Apparate von Becquerel und Aimé beschrieben, deren Zweck ist, die voltaische Säule zu ersetzen.

Bei genauer Durchlesung der Beschreibung bleibt dem Lesenden keine Wahl übrig, als den dort beobachteten elektrischen Strom von der Verbindung einer flüssigen Säure mit einem flüssigen Alkali abzuleiten, der er auch geradezu zugeschrieben wird. Es ist aber von dieser Behauptung nichts weniger als der Beweis geliefert. Wir sind berechtigt anzunehmen, daſs, nach den von Faraday mit Umsicht angestellten und im XXXV. Bande dieser Annalen, S. 30, beschriebenen Versuchen, alle rationelle Physiker der Meinung sind, daſs bei der Verbindung einer Säure mit einem Alkali *kein* elektri-

scher Strom entstehe. Um so auffallender mufs es erscheinen, wenn ein im Felde des Galvanismus namhafter Gelehrter geradezu das Gegentheil behauptet, ohne jedoch weder den Ungrund der Faraday'schen, noch den Grund seiner eigenen Ansicht darzulegen. Diefs Verfahren verdient auf jeden Fall den Tadel aller Wissenschaftsgenossen, denn es veranlafst mindestens eine Unsicherheit, ein Schwanken in der Meinung, welches einer wirklichen Fortbildung der Wissenschaft hinderlich entgegentritt. Entweder nehme man eine durch Versuche bewiesene Ansicht als wahr an, oder man widerlege sie offen, damit kein Zustand des Zweifels und der Ungewifsheit eintreten, und man die Lage der Sache beurtheilen könne.

Der in Rede stehende Becquerel'sche Apparat besteht aus Salpetersäure und Kalilösung, welche durch Glas getrennt sind, und sich nur an einer Stelle durch eine feuchte Thonschicht verbinden können. Im Wesentlichen weicht derselbe von dem von Faraday angewandten und am obigen Orte citirten gar nicht ab; der ganze Unterschied besteht darin, dafs Faraday Schwefelsäure statt der Salpetersäure, und Fliefspapier statt der Thonschicht anwandte, welche Abänderungen jedoch auf das Princip keinen Einflufs haben können. Es hätte deshalb auch Becquerel bei der Aehnlichkeit des Faraday'schen Versuches, welcher die Abwesenheit jedes Stromes bei der Verbindung von Säuren und Alkalien nachwies, vorsichtiger werden sollen; denn alle, welche jenen Versuch wiederholen, wozu ich auch gehöre, fanden das Resultat Faraday's vollkommen bestätigt, so dafs von vorn herein der von Becquerel ausgesprochene (Ann. Bd. XXXVII S. 430 unten) Satz, dafs »der elektrische Strom von der Wirkung der Säure auf das Alkali herrühre,« als falsch verworfen werden mufs, weil sonst Schwefelsäure und Kali keine Ausnahme hätten machen können.

Was war aber nun der Hergang in dem vorliegenden Versuche, da ohne Zweifel etwas dabei beobachtet, wenn auch falsch beurtheilt worden ist. Da der Hauptunterschied in der Salpeter- und Schwefelsäure lag, so entschlofs ich mich, den Versuch zu wiederholen. Eine 5 Linien weite, oben und unten offene Glasröhre wurde unten durch einen mit Kalilösung befeuchteten Thonpfropf verschlossen, die Röhre mit derselben Lösung halb gefüllt, und in einen mit starker, noch etwas gelblicher Salpetersäure gefüllten Glascylinder so eingesetzt, dafs die Niveaus der beiden Flüssigkeiten gleich hoch standen. Zwei Platinplatten dienten als Collectoren, und ihre Drähte wurden mit einem Nervander'schen Dosenmultiplicator [1]) in Verbindung gesetzt. Bei Schliefsung der Kette trat eine Ablenkung der Nadel von 2° ein, und die Richtung derselben zeigte im Alkali positive, und in der Säure negative Elektricität; den Worten nach ist diefs mit Becquerel's Beobachtung (a. a. O. S. 431 oben) gerade im Widerspruch, in der That aber nicht; denn aus dem Verfolge erhellt, dafs sich im Alkali Sauerstoff abgeschieden haben soll, weshalb das Alkali positiv elektrisch gewesen seyn mufste, so dafs der obige Widerspruch nur einer Unrichtigkeit im Ausdrucke beizumessen ist.

1) Beiläufig will ich noch auf die aufserordentliche Empfindlichkeit und Bequemlichkeit dieses Multiplicators aufmerksam machen, von welchem eine genaue Beschreibung in unserem besten Journale sehr gerne gesehen würde. Ich habe eine starke Nadel von 3 Zoll Länge und $1\frac{1}{4}$ Linien im Gevierte darin angebracht, so dafs dieselbe eine sehr starke erdmagnetische Richtungskraft besitzt, und diese ist mit einem Hemmschwimmer in Wasser von mehr als $1\frac{1}{2}$ Quadratzoll Oberfläche verbunden. Nach einer Schwingung stellt sich die Nadel ganz fest auf denjenigen Grad, auf dem sie bei unverändertem Strome bleibt, und bei verändertem Strome verräth sie durch die ruhigste Bewegung diese Aenderung. Ungeachtet dieser Richtungskraft bringen kleine Platten Ablenkungen von 80 bis 89 Grad hervor. (Des Nervander'schen Multiplicators ist bisher aus dem Grunde noch nicht in den Annalen gedacht, weil er späterhin vom Erfinder verbessert worden, und die Beschreibung desselben in dieser verbesserten Form noch zu erwarten steht. P.)

Es zeigte sich jedoch an der Platinplatte im Alkali keine Gasentwicklung, eben so wenig wie an jener in der Säure; dagegen stiegen Blasen aus der Thonschicht auf und entwichen zum Theil durch die Säure, zum Theil durch das Alkali. Sie setzten sich nach und nach an die Platinplatten an, und gaben ihnen das Ansehen von Polarplatten. Wurde die Kette geöffnet, so hörte die Gasentwicklung nicht auf, wurde sie durch eine mit verdünnter Schwefelsäure und Platinenden versehenen Zersetzungszelle geschlossen, so trat keine Wasserzersetzung ein; was hätte auch ein solcher Strom zersetzen können, der die Nadel kaum um 2° ablenkte, während ein Zinkkupferpaar von der Gröfse eines Pfennigs in destillirtem Wasser die Nadel mehrere Tage lang auf 20° abgelenkt hält, und man am Ende doch kaum eine Gewichtsabnahme des Zinks bemerken kann. Wurde statt einer Platinplatte eine Zinkplatte eingetaucht, so wich die Nadel kräftig im bekannten Sinne aus, so dafs die Leitung und Drähteverbindung bei dem Versuche gut waren.

Ich füllte nun zwei Bechergläschen, eines mit concentrirter Salpetersäure, das andere mit reiner Kalilösung, und tauchte in jedes derselben eine mit dem Multiplicator verbundene Platinplatte, alsdann wurde die Kette geschlossen durch einen mit destillirtem Wasser befeuchteten Baumwollendochte, welcher beide Gläser verband. Es fand lange Zeit keine Bewegung der Nadel statt. Ich schob nun ein Brettchen unter das Glas, welches die Säure enthielt, so dafs dieselbe aus ihrem höheren Standpunkte durch den heberartig wirkenden Docht in das Kali fliefsen mufste; nun trat sehr bald eine Ablenkung der Nadel von $1\frac{1}{2}$° ein, und der Strom hatte dieselbe Richtung wie oben; in dem Baumwollendrahte im Alkali fand Gasentwicklung statt, an den Collectoren aber keine. Aus dem bisher Mitgetheilten geht schon hervor, dafs dieser Apparat zu Zersetzungen ganz untauglich ist, und dafs in demselben kein Körper zersetzt wird, als durch des-

sen Zersetzung gerade der Strom hervorgebracht wird, nämlich die Salpetersäure.

Es war durch diese Versuche gefunden worden, dafs bei der (ich sage nicht durch die) Verbindung von concentrirter Salpetersäure mit Kali ein schwacher Strom entsteht; um diefs aufser allem Zweifel zu setzen, wurde noch folgender Versuch angestellt. In beide mit der Salpetersäure und Kali gefüllte Gläschen (Fig. 1 Taf. II) [1]), welche durch die Platinplatten mit dem Galvanometer verbunden waren, wurden die zwei Schenkel eines gläsernen Hebers gesetzt, welcher oben im Winkel eine dünn ausgezogene, offene Spitze zum Ansaugen hatte. Wurde nun hier die Luft angezogen, so stiegen die beiden Flüssigkeiten gleichmäfsig auf und vermischten sich oben im Schenkel, und in demselben Augenblicke schlug die Nadel um 15° in dem oben beschriebenen Sinne aus, so dafs der Strom aus der Säure durch das Galvanometer in das Alkali ging. Es trat in der Röhre eine so starke Gasentwicklung ein, dafs wenn die feine Spitze mit der Zunge geschlossen blieb, die beiden Flüssigkeiten sich bald trennten und in die Schenkel zurücksanken; nur um die Erscheinung zu wiederholen, wurde das Gas wieder angesogen, und es trat von Neuem Ablenkung der Nadel ein. Hierbei bemerkte ich im Munde den süfslichen Geschmack des Salpetergases, und wurde besonders dadurch auf die Zersetzung der Salpetersäure aufmerksam, weil auch zugleich die Ablenkung der Nadel um so stärker war, je mehr Gas entwickelt wurde.

Mit demselben Apparate wiederholte ich nun den Versuch, nahm aber statt des Kalis destillirtes Wasser, und es trat mit der Zersetzung der salpetrigen Säure und der Gasentwicklung ganz dieselbe Ablenkung der Magnetnadel ein; endlich nahm ich zu demselben Versuche eine von salpetriger Säure ganz freie Salpetersäure und reines Wasser, und bei der Vermischung derselben in dem Heber fand nicht die geringste Bewegung der Mag-

1) Sie wird dem Heft 10 beigegeben werden. *P.*

netnadel statt, so dafs aus allen zusammen zur Genüge das Resultat hervorgeht, dafs die Verbindung von Salpetersäure mit Kali keinen elektrischen Strom hervorruft, sondern dafs die Zersetzung eines Elektrolyten (hier der salpetrigen Säure) dazu erforderlich ist. Indem die salpetrige Säure in Salpetersäure und Stickoxydgas zerfällt, wird erstere vom Kali oder Wasser aufgenommen und das Stickoxydgas ausgeschieden; ist aber eine geschlossene Kette vorhanden, so erhält das Stickoxydgas ein Bestreben, sich zur Säure zu begeben, und erregt in diesem Sinne einen Strom. Da die Salpetersäure gegen das Stickoxydgas elektronegativ ist, so ist auch die Richtung des Stromes damit vollkommen übereinstimmend, nämlich das Alkali war positiv, mufste also die Elektrode für Sauerstoff, Chlor und Säuren seyn.

In dem Becquerel'schen Apparate mit der Thonschicht wurde nun concentrirte Salzsäure statt der Salpetersäure angewandt. Bei der Vereinigung der Salzsäure mit dem Kali fand nicht die geringste Spur eines Stromes statt, und es wird durch diesen Versuch der §. 929 der Faraday'schen Untersuchungen ergänzt, worin die Möglichkeit eines Stromes bei Verbindung einer Wasserstoffsäure mit einem Oxyd zugegeben wird. In der That kann auch hier eben so wenig ein Strom stattfinden, wie bei einer Sauerstoffsäure, denn der Strom wird ja bedingt durch das Wandern chemisch differenter Stoffe in entgegengesetzter Richtung; nun aber wandern, wenn sich Salzsäure und Kali zersetzen, Chlor und Sauerstoff in entgegengesetzter Richtung, eben so wie Wasserstoff und Kalium, so dafs je zwei dieser Stoffe den durch die andern entstandenen Strom vollkommen aufheben. Es wandern also hier chemisch ähnliche Stoffe in entgegengesetzter Richtung, und es würde ein Strom entstehen, wenn Affinitäten vorhanden wären, um das Chlor und den Sauerstoff nach einer Seite, das Kalium und den Wasserstoff nach der andern zu ziehen.

In dem erwähnten Versuche mit der Salzsäure wurde eine Platinplatte durch Zink ersetzt, um das Vorhandenseyn guter Leitung nachzuweisen; es fand eine starke Bewegung der Nadel statt, das Zink mochte im Alkali oder in der Säure stehen; jedoch bemerkte ich ebenfalls (Faraday, §. 939), dafs der Strom am stärksten war, wenn das Zink im Alkali und das Platin in der Säure war. Es zeigte sich reichliche Gasentwicklung am Platin. Die relative Ablenkung der Nadel für dieselben Flüssigkeiten und Collectoren waren wie folgt:

| | |
|---|---|
| Zink und Platin in der Salzsäure. Ablenkung | 85° |
| Zink im Alkali, Platin in der Säure | 80 |
| Zink und Platin im Alkali | 9 |
| Zink in der Salzsäure, Platin im Alkali | 7 |

Becquerel will an 10 Kubikdecimeter Sauerstoffgas am Platin im Alkali gesammelt haben. Es würde ungeziemend seyn, an der Richtigkeit einer so leichten Beobachtung zu zweifeln, wenn nicht gar so viele Gründe dagegen wären; allein ich kann die Vermuthung nicht unterdrücken, dafs Salpetergas mit Sauerstoff verwechselt worden ist, indem ersteres ebenfalls die Entzündung eines glimmenden Spanes, wie das Sauerstoffgas, zeigt. Läfst man starke Salpetersäure durch einen ovalen gekrümmten Trichter (Fig. 2 Taf. II) in eine mit Kali gefüllte Glasröhre fliefsen, so entwickelt sich das Salpetergas so reichlich, dafs man in wenig Secunden die ganze Röhre damit füllen kann. Die Wirkung ist also rein chemisch und local, und da die beiden Zersetzungsproducte der salpetrigen Säure so verwandter Art sind, und sogar aus denselben Elementen bestehen, so hat auch der Strom eine so geringe Stärke.

Der vollste Beweis für alles bis jetzt Entwickelte liegt in der angeblichen Entdeckung eines elektrischen Stromes, welcher Körper zersetzen, aber nicht erhitzen soll. Fast jedes Wort in diesem Aufsatz ist ein Irrthum. Wer wird jetzt noch behaupten, dafs die chemischen

... Becquerel'schen Apparate nicht wa
glühen wollte; er leitete ja gar keinen e
n, oder einen so schwachen, dafs er v
dem Drahte ohne Erhitzung geleitet werde
Strom, der nur 2° Ablenkung hervorbra
ein Zinkdraht in destillirtem Wasser, der
n Wollaston'schen Draht erhitzt, die
bis 30° ablenkt. Aus dem Kaltbleiben de
man füglich an der Existenz eines Strome
werden können, der eine so reichliche Ga
bedingte; da aber die Gasentwicklung, die
gt habe, nicht die Folge, sondern nur theil
che eines Stromes war, so ist der Fehlschl
reichliche Strom Körper zersetze, aber nich
iflich; da dieser Strom auch den Multipl
ach bewegte, so hätte man mit demselben
Strom einen solchen nennen können, welc
zersetzte, aber die Magnetnadel nicht ablen
Es ist demnach durch die erwähnten Entd
Summe unseres Wissens weder eine Bestätig
Erweiterung erwachsen, und man weifs ni
gröfsten Tadel verdient, die Ungründlichkei
ientiren selbst, oder die Eilfertigkeit, mit

## XII. *Bemerkungen über Faraday's Hypothese in Betreff der Ursache der Passivität des Eisens in Salpetersäure; von Prof. Schönbein.*

Hr. Faraday hat in dem diefsjährigen Julihefte des *Philosophical Magazine* eine eben so einfache als sinnreiche Hypothese über die Ursache der unter gewissen Umständen eintretenden Passivität des Eisens in gewöhnlicher Salpetersäure aufgestellt. Dieser ausgezeichnete Naturforscher hält nämlich dafür, dafs das sonderbare Verhalten dieses Metalles darin seinen Grund habe, einmal in einer dünnen Schicht eines, unter gegebenen Umständen sich bildenden Oxydes, das den Eisendraht umgebe, und dann in der Eigenschaft dieses Oxydes in Salpetersäure von bestimmtem Concentrationsgrade unlöslich zu seyn. Es würde somit, nach Faraday, die eigentliche Ursache der Unthätigkeit des Eisens eine rein mechanische seyn, das heifst, es würde die Passivität darin ihren Grund haben, dafs metallisches Eisen und Salpetersäure nicht in unmittelbarer Berührung ständen. Auf eine gleiche Weise scheint Faraday auch die von mir beobachtete Thatsache zu erklären, dafs bei einer bestimmten Schliefsungsweise der Säule am positiven Eisendrahte Sauerstoffgas sich entwickelt. Da wahrscheinlich dessen Abhandlung über den fraglichen Gegenstand in dieser Zeitschrift eine Stelle finden wird, so halte ich es behufs späterer Beziehung auf dieselbe nicht für nothwendig, mich hier in eine umständlichere Auseinandersetzung der in Rede stehenden Hypothese einzulassen, und ich gehe deshalb sofort zur Darlegung von Thatsachen über, welche mit der Faraday'schen im Widerspruche zu stehen scheinen. Zunächst mufs ich bemerken, dafs die

Oberfläche eines Eisendrahtes, passiv gemacht durch wiederholtes Eintauchen in Salpetersäure von 1,35 (siehe meine letzte Abhandlung) [1]), einen noch viel reineren und stärkeren Metallglanz besitzt, als die eines gewöhnlichen irgendwie gereinigten Drahtes, mit dem Auge also von einem Oxydhäutchen auch nicht die mindeste Spur wahrgenommen werden kann. Ich will jedoch auf diesen Umstand kein besonderes Gewicht legen, obgleich er mir auch Beachtung zu verdienen scheint. In einer meiner früheren Arbeiten habe ich der Thatsache erwähnt, dafs Eisendrähte, auf welche Art sie auch in den passiven Zustand gegen gewöhnliche Salpetersäure versetzt worden seyn mögen, in stark verdünnter Säure wie gewöhnliches Eisen sich verhalten; während ein Eisendraht, als positiver Poldraht dienend, die absoluteste chemische Indifferenz gegen Salpetersäure von jedem Verdünnungsgrade zeigt. Dieses Factum scheint mir ganz entschieden gegen die Richtigkeit der Hypothese des englischen Naturforschers zu sprechen. Denn nehmen wir auch für einen Augenblick an, es bilde sich im Momente der Eintauchung des positiven Eisendrahts in verdünnte Salpetersäure (in Folge der dadurch veranlafsten Wasserzersetzung) um diesen herum eine dünne Schicht des fraglichen Oxyds, und es liege in diesem Umstande die eintretende Sauerstoffgasentwicklung begründet, so sieht man in der That nicht ein, wie das gebildete Oxyd nur einen Augenblick lang mit einer verdünnten Säure in Berührung stehen kann, ohne sich darin aufzulösen, mit einer Säure nämlich, die einen Verdünnungsgrad hat, bei welchem, nach Faraday, das Oxyd nicht mehr indifferent gegen jene sich verhalten dürfte. Mit anderen Worten, es sollte, wenn die chemische Indifferenz des Eisens gegen die Salpetersäure wesentlich durch einen bestimmten Wassergehalt der letzteren bedingt wäre, das Eisen unter den vorhin angegebenen Umständen activ sich verhalten, ein Eisennitrat sich bilden und keine Sauerstoff-

1) Annal. Bd. XXXVIII S. 444. *P.*

entwicklung an dem Metalle stattfinden. Die Erfahrung zeigt aber erwähntermafsen gerade das Gegentheil von dem, was man nach der besprochenen Hypothese erwarten sollte. Faraday führt zwar an, dafs Eisen in Salpetersäure (deren Stärke jedoch nicht angegeben ist) sich auflöse, auch wenn jenes in dieser als positiver Pol functionire. Nach meinen Versuchen, von denen ich behaupten darf, dafs sie mit möglichster Sorgfalt und Genauigkeit angestellt worden sind, löst sich unter den angegebenen Umständen keine Spur dieses Metalles in einer Salpetersäure auf, die mehrfach mit Wasser verdünnt ist. Ich liefs viele Stunden lang einen Eisendraht, welcher mit dem positiven Pole eines aus 15 Paaren bestehenden Becherapparates verbunden war, in einer solchen Salpetersäure stehen, ohne dafs in ihr nachher auch nur die geringste Menge von Eisenoxyd hätte entdeckt werden können. Etwas anderes verhält es sich allerdings, wenn man zu einem solchen Versuche Salpetersäure von gewöhnlicher Stärke anwendet, z. B. eine von 1,35. In diesem Falle enthält dieselbe nach einiger Zeit immer etwas Eisenoxyd; nach meiner Ueberzeugung wird aber dasselbe nicht in der Säure gebildet, sondern es erzeugt sich an dem Theile des Drahtes, der über dieselbe hinausreicht, ein Eisennitrat (durch die fortwährend aufsteigenden sauren Dämpfe), welches dann auf capillarem Wege, vom gebildeten Salze selbst gebahnt, in die Säure hinabgeführt wird. Ein weiterer wichtiger Umstand, auf den hier aufmerksam gemacht werden mufs, ist die Thatsache, dafs der in die verdünnte Säure eintauchende und gegen dieselbe indifferent sich verhaltende Eisendraht angegriffen wird, sobald durch ihn der elektrische Strom nicht mehr geht. Läfst man den Draht z. B. in der Versuchssäure eingetaucht und öffnet auf irgend eine Weise die Säule, so erscheinen an ihr augenblicklich abwärts sich senkende gelbbraune Streifen, d. h. ein Eisennitrat. Aus dieser Thatsache scheint nun hervorzugehen, dafs

die nächste Ursache der chemischen Indifferenz des Eisens gegen die Salpetersäure weder in einer dasselbe umgebenden Oxydschicht, noch in einem bestimmten Wassergehalt der Säure, sondern unmittelbar in dem elektrischen Strome selbst liege, auf welche Art dieser auch als solcher wirken möge. Es ist ferner klar, dafs wenn die Passivität des positiven Eisendrahts von einem an ihm vorhandenen Oxydhäutchen abhängig wäre, der gleiche Draht, abgetrennt von der Säule und in gewöhnliche Salpetersäure gebracht, in dieser sich passiv verhalten sollte, was aber nicht der Fall ist. Der Faraday'schen Ansicht nicht ganz günstig ist ferner die Thatsache, dafs der positive Eisendraht auch in andern verdünnten Säuren auf eine ähnliche Weise sich verhält wie in Salpetersäure. Bekanntlich wird das Eisen durch einmaliges Eintauchen in rauchende Salpetersäure vollkommen passiv. Wie soll nun in diesem Falle das Oxydhäutchen sich bilden? Durch Salpetersäurezersetzung doch wohl nur allein; denn eine andere ist unter den gegebenen Umständen nicht möglich; ich zweifle indessen stark, dafs eine solche stattfinde. Findet aber keine solche statt, so ist schwer einzusehen, auf welche Weise das Eisen sich oxydiren solle. Ich mufs sogar bemerken, dafs das Galvanometer beim Eintauchen des Eisens in möglichst concentrirte Salpetersäure einen schwachen elektrischen Strom anzeigt; es ist jedoch damit eine Oxydation des Metalles, wie mir scheint, noch nicht bewiesen. Obigen Bemerkungen füge ich nur noch eine einzige bei, die ich nicht als die unwichtigste für die Entscheidung der Frage betrachte. In meiner letzten Abhandlung war von einer stofsweisen Action der Salpetersäure von 1,35 auf das Eisen die Rede, und ich zeigte, dafs dieselbe in dem abwechselnd Activ- und Passivwerden des Metalles ihren Grund habe. Faraday müfste die Erscheinung durch die Annahme erklären, dafs in einem Augenblick ein Oxydhäutchen um den Draht sich bilde, das ihn schütze

gegen die Einwirkung der Salpetersäure, in dem andern Augenblicke aber das nämliche Häutchen in der Säure sich löse, und die reine metallische Oberfläche des Drahtes dadurch wieder in Contact mit der sauren Flüssigkeit komme. Diese Erklärungsweise enthält aber einen Widerspruch mit sich selbst, denn das eine Mal läſst sie das Häutchen in der Säure unauflöslich seyn, das andere Mal aber sich auflösen; sie kann folglich nicht die richtige seyn. Ueberdieſs lieſse sich noch die unbeantwortbare Frage stellen: warum das Eisen durch mehrmaliges Eintauchen in gewöhnliche Salpetersäure passiv werde, d. h. warum anfänglich ein mit dieser Säure verbindbares, später aber ein in der gleichen Säure unauflösliches Oxyd entstehe? Alle die angegebenen Gründe bestimmen mich, anzunehmen, daſs Faraday's Ansicht den passiven Zustand des Eisens nicht genügend erkläre.

Basel, d. 2. Oct. 1836.

---

## XIII. *Ueber salpetersaure Eisenoxydsalze; vom Professor Schönbein.*

Unsere Kenntniſs über die Zusammensetzung einer groſsen Anzahl von Metallsalzen ist anerkanntermaſsen noch sehr lückenhaft. So wissen wir namentlich nicht, wie viele Eisenoxydnitrate (*nitrates de peroxyde de fer*) es giebt, ja wir haben noch nicht einmal eine genaue Analyse irgend eines Eisenoxydsalzes. Diese Mangelhaftigkeit der Kenntniſs von Verbindungen, mit welchen die wissenschaftlichen und technischen Chemiker beinahe täglich zu thun haben, hat ihren Grund zunächst in dem Umstande, daſs bis jetzt wohl noch keines der existirenden Eisenoxydnitrate völlig rein dargestellt worden ist, und die Salze, welche man bisher als einfache betrach-

tet hat, Gemische oder Gemenge mehrerer sind. Die meisten Chemiker nehmen vier eigenthümliche Verbindungen der Salpetersäure mit dem Eisendeutoxyd an; ein saures Salz: erzeugt durch die Auflösung des metallischen Eisens in gewöhnlicher Salpetersäure; ein neutrales: erhalten durch Sättigung der Säure mit Eisenoxydhydrat; ein basisches: gewonnen entweder dadurch, dafs man eines der beiden vorigen Salze unvollständig vermittelst Kali fällt, oder, dafs man das neutrale stark mit Wasser verdünnt und erhitzt; und endlich ein noch basischeres: gebildet, indem man wenig Salpetersäure von beträchtlicher Concentration mit viel Eisen erwärmt. Die chemische Constitution aller dieser vorgeblich eigenthümlichen Salze ist, wie schon bemerkt, noch völlig unbebekannt, wie auch die sonstigen Eigenschaften dieser Verbindungen äufserst vag und ungenügend beschrieben sind. Ob ich nun gleich nicht im Falle bin, die erwähnte Lücke auszufüllen, so glaube ich doch, dafs folgende Notizen einiges dazu beitragen möchten, unsere Kenntnisse über die Eisennitrate zu erweitern und die Aufmerksamkeit der Chemiker wieder auf sie hinzulenken. Es wäre zu wünschen, dafs namentlich Hr. Graham aus Glasgow, dem wir bereits schon so äufserst interessante Aufschlüsse über die Zusammensetzung vieler Salze verdanken [1]), es für der Mühe werth hielte, die Eisennitrate zum Gegenstand seiner Untersuchungen zu machen.

Versetzt man einen Raumtheil einer concentrirten Auflösung des sauren salpetersauren Eisenoxyds mit etwa 4 bis 5 Raumtheilen Wassers, und erhitzt nach und nach das Gemisch bis zum Sieden, so wird dadurch die anfänglich hellgelbe Flüssigkeit in eine tief blutrothe verwandelt. Da diese Farbe selbst nach wieder eingetretener Abkühlung bleibt, so ergiebt sich, dafs das saure Salz irgend eine Zersetzung erlitten haben mufs. Dafs dieses Eisennitrat unter dem Einflusse vielen Wassers und der Wärme theilweise in ein basisches sich umwan-

1) S. Ann. Bd. XXXVIII S. 123. *P.*

delt, ist zwar eine bekannte Sache, jedoch wird angenommen, dafs dasselbe, wegen geringer Auflöslichkeit, sich ausscheide, was aber in dem angegebenen Falle nicht geschieht. Setzt man der kalt gewordenen dunkelrothen Flüssigkeit gewöhnliche Salpetersäure zu, so wird aus derselben in ziemlicher Menge eine okergelbe Substanz gefällt, die sich leicht durch Filtration von der übrigen Flüssigkeit abtrennen läfst. Hat man besagter Auflösung so viel Salpetersäure zugefügt, dafs ein weiterer Zusatz von dieser jene nicht mehr trübt, so erscheint das Filtrat vollkommen klar und farblos, und es bleibt auf dem Filtrum das schon erwähnte okergelbe Salz zurück. Um ein solches Resultat zu erhalten, ist durchaus nothwendig, dafs nach stattgehabter Fällung sogleich filtrirt werde, denn läfst man den Niederschlag nur kurze Zeit mit der sauren Flüssigkeit zusammenstehen, so löst er sich in dieser wieder auf. Was nun die okergelbe Substanz betrifft, so ist sie ohne allen Zweifel ein Salz von ganz bestimmter Zusammensetzung, welche ich aber nicht ausgemittelt habe. Es löst sich mit Leichtigkeit und tief blutrother Farbe im Wasser auf, aus welcher Lösung Salpetersäure es theilweise wieder fällt. In dieser Säure selbst löst es sich ebenfalls auf, langsam in der Kälte, rasch unter Beihülfe wäfsriger Erwärmung, eine beinahe farblose Flüssigkeit bildend. Wird die wäfsrige Lösung der okergelben Substanz bis auf einen gewissen Grad eingedampft, so gesteht sie zu einer schwarzbraunen, gallertartigen Masse. Welches Eisensalz ist aber nun in dem oben erwähnten farblosen Filtrat enthalten? Wird dasselbe bei sehr mäfsiger Wärme bis zur Syrupsconsistenz eingedampft, und dann in einem verschlossenen Gefäfse sich selbst überlassen, so schiefst aus ihm eine Menge Krystalle an, welche dem Ansehen nach die Würfelgestalt haben und eine lichtgelbe Farbe besitzen, die indessen beinahe gänzlich verschwindet, wenn man aus den Krystallen durch Löschpapier die Feuchtigkeit aus-

ziehen läfst [1]). Im Zustande vollkommener Reinheit würden dieselben ohne Zweifel vollkommen farblos seyn. Dieses krystallisirte Eisennitrat zieht aus der Luft in kurzer Zeit so viel Wasser an, dafs es in demselben zerfliefst zu einer honiggelben Flüssigkeit, welche jedoch, mit einigem Wasser versetzt, farblos wird. Die Krystalle schmelzen schon bei einer Temperatur von kaum 50°, und lösen sich beinahe in jedem Verhältnisse im Wasser auf. Eine etwas concentrirte Auflösung derselben färbt sich durch Erwärmung gelb, und zwar um so tiefer, je höher der Erwärmungsgrad ist. Nach eingetretener Abkühlung erscheint die Auflösung wieder vollkommen farblos, wie schnell oder langsam auch jene erfolgt seyn mag. Wird aber das kubische Eisensalz in sehr viel Wasser gelöst und bis zum Sieden erhitzt, so färbt sich die Lösung dauernd roth, und Salpetersäure fällt daraus in der Kälte wieder etwas okergelbe Substanz. Es ist eine bekannte Thatsache, dafs, wenn man zu der gewöhnlichen sauren salpetersauren Eisenlösung noch weitere Salpetersäure setzt, ihre ziemlich dunkelrothe Färbung beinahe gänzlich verschwindet. Vollkommen wasserhell wird die Auflösung durch Zusatz von einigem Wasser. Dafs diese Farbenveränderung von der Bildung eines neuen Eisensalzes herrührt, läfst sich wohl schon a priori behaupten. Aber auch die Erfahrung bestätigt dieses; denn läfst man die auf eben beschriebene Weise erhaltene farblose Eisenlösung langsam bis zur Honigdicke abdampfen, so erhält man beim Erkalten das kubische Eisennitrat. Aus dieser Thatsache erhellt also, dafs eine saure salpetersaure Eisenoxydlösung, durch Salpetersäure entfärbt, nichts anderes ist als eine Auflösung des farblosen Eisensalzes. Hiefür haben wir jedoch noch einen anderen Beweis. Oben schon wurde bemerkt, dafs eine etwas concentrirte Auf-

1) Wahrscheinlich ist dieses Salz das gleiche, was Vauquelin durch Zusammenstehen der Salpetersäure mit Hammerschlag erhielt.

lösung gedachten Salzes durch Erwärmen gelb werde, diese Färbung aber bei der Abkühlung wieder verschwinde. Ganz so verhält sich die durch Salpetersäure entfärbte Eisenauflösung. Die verschiedene Färbung dieser Eisensalzlösung bei verschiedenen Temperaturen scheint von theoretischer Wichtigkeit zu seyn, in sofern diese Thatsache nach meinem Dafürhalten beweist, dafs Salpetersäure und Eisenoxyd bei verschiedenen Wärmegraden verschiedene Verbindungen eingehen, und dafs das kubische Eisennitrat im Wasser aufgelöst und innerhalb einer bestimmten Temperaturgränze in seiner Integrität bestehen kann. Schon bei etwa 20° beginnt die Zersetzung, und je mehr die Temperatur nun gesteigert wird, um so mehr wächst der relative Basisgehalt des Salzes, oder um so mehr Salpetersäure tritt in einen mehr oder weniger chemisch ungebundenen Zustand. Bei eintretender Abkühlung findet das Umgekehrte statt, und es reconstituirt sich das kubische Eisensalz wieder. Diese Ansicht scheint durch den Umstand unterstützt zu werden, dafs eine kalte farblose Eisennitratlösung um so tiefer gelb sich färbt, je mehr Säure ihr durch Ammoniak entzogen wird. Das Nämliche also, was die Wärme in dem einen Falle thut, das scheint in dem andern das Ammoniak zu bewirken. Meines Wissens hat man ein ähnliches Verhalten noch an keinem anderen Salze beobachtet, obgleich nicht wahrscheinlich ist, dafs es sich auf das gedachte salpetersaure Eisenoxyd beschränke.

(Schlufs folgt.)

## XIV. *Chemische Untersuchung des Zinnkieses; von Jos. Kudernatsch.*

Klaproth hat den Zinnkies zwei Mal analysirt (siehe Beiträge, Bd. II S. 257 und Bd. V S. 228), weil, wie er selbst bemerkt, das Material, welches ihm zur ersten Analyse zu Gebote stand, nicht ganz rein war. Dieser Bemerkung ungeachtet ist dennoch sonderbarer Weise in viele mineralogische Handbücher nur das Resultat der ersten Untersuchung aufgenommen worden, nach welchem der Zinnkies aus:

| | |
|---|---|
| 25 | Schwefel |
| 34 | Zinn |
| 36 | Kupfer |
| 2 | Eisen |
| 97 | |

besteht, und dem zufolge man ihn als eine Verbindung von Einfach-Schwefelzinn mit Einfach-Schwefelkupfer, $\acute{Sn}\acute{Cu}$, betrachtet hat, wiewohl die angeführte Zusammensetzung von der nach der Formel berechneten sehr bedeutend abweicht, während er nach Klaproth's zweiter Analyse

| | |
|---|---|
| 30,5 | Schwefel |
| 26,5 | Zinn |
| 30 | Kupfer |
| 12 | Eisen |
| 99 | |

enthält, eine Zusammensetzung, die mit obiger Formel gänzlich unvereinbar ist.

Durch die Güte des Hrn. Prof. G. Rose mit der nöthigen Menge von diesem seltenen Mineral versehen,

das von stahlgrauer in's Messinggelbe geneigter Farbe, von versteckt blättriger Structur, und unvollkommen muschligem Bruche war, und an dem man, aufser Spuren von Kupferkies, die mit der gröfsten Sorgfalt ausgesucht wurden, keine fremdartigen Beimengungen wahrnehmen konnte, unternahm ich daher im Privatlaboratorium des Hrn. Prof. H. Rose eine nochmalige Zerlegung des Zinnkieses, um seine chemische Zusammensetzung möglichst genau auszumitteln.

Zu diesem Zwecke wurde über eine Quantität von etwas mehr als 2 Grm. zum mäfsig feinen Pulver zerriebenen Zinnkieses, in einer Glaskugel mit beiderseits angeblasnen Röhren, langsam ein Strom trocknes Chlorgas geleitet. Die Einwirkung des Chlors auf das Mineral gab sich sehr bald dadurch zu erkennen, dafs sich das Pulver erwärmte und mit einem gelblichweifsen Ueberzuge bedeckte. Nachdem das Chlorgas mehrere Stunden durch den Apparat geströmt war, wurde die Kugel mit der Flamme einer einfachen Spirituslampe erwärmt, wobei sich in dem oberen Theile derselben und in der nach der Vorlageflasche zu gelegenen Röhre ein Sublimat von kleinen, schönen gelben Krystallen — einer Doppelverbindung von Chlorzinn und Chlorschwefel — ansetzte. Das Abtreiben der flüchtigen Chloride aus der Kugel wurde hierauf von Zeit zu Zeit wiederholt; und als endlich, nach längerem Erwärmen der Kugel mit der kleinsten Flamme einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge, nur Dämpfe von Eisenchlorid sich zeigten, wurde der Apparat nach dem Erkalten auseinandergenommen.

Bei der Auflösung der in der Kugel zurückgebliebenen Chlormetalle in Wasser, in welchem später — um die Verwandlung des Kupferchlorürs in Chlorid zu beschleunigen — etwas Chlorwasserstoffsäure zugesetzt wurde, blieb, aufser einer kleinen Menge Bergart, nichts ungelöst. Die erhaltene Auflösung wurde mit Chlorwasserstoffsäure stark sauer gemacht, um bei der Gegenwart

von Zink dessen Fällung zu verhindern, hierauf bei gehöriger Verdünnung das Kupfer durch Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen und auf die bekannte Weise als Oxyd bestimmt.

Die vom Schwefelkupfer getrennte Flüssigkeit wurde, zur Verjagung des Schwefelwasserstoffs erwärmt, vom ausgeschiedenen Schwefel abfiltrirt, das darin befindliche Eisen durch einen Zusatz von Salpetersäure und Erwärmung wieder höher oxydirt, und, nach vorsichtiger Neutralisirung mit Ammoniak, durch bernsteinsaures Ammoniak gefällt.

In der vom bernsteinsauren Eisenoxyd abfiltrirten Flüssigkeit entstand durch Schwefelwasserstoffammoniak ein weifser Niederschlag von Schwefelzink. Er wurde auf einem Filter gesammelt, in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, die Auflösung filtrirt und das Zink bei Siedhitze durch kohlensaures Natron präcipitirt. In der vom kohlensauren Zinkoxyd rückständigen Flüssigkeit entstand durch Schwefelwasserstoffammoniak auch nach längerem Stehen und Erwärmen keine Trübung.

In der Vorlageflasche, worin sehr verdünnte Chlorwasserstoffsäure vorgeschlagen worden war, hatte sich etwas Schwefel ausgeschieden. Er wurde auf ein gewogenes Filter gebracht, getrocknet und gewogen, und aus der Flüssigkeit die Schwefelsäure durch Chlorbaryum gefällt. Nachdem die vom schwefelsauren Baryt abfiltrirte Lösung durch einen Zusatz von verdünnter Schwefelsäure vom überschüssigen Chlorbaryum befreit worden, wurde aus derselben das Zinn durch einen Strom Schwefelwasserstoffgas niedergeschlagen. Die mit Schwefelwasserstoff gesättigte Flüssigkeit erwärmte man höchst gelinde, und als sich das niedergeschlagene Schwefelzinn in Maximo gut abgesetzt hatte und nur noch ein schwacher Geruch nach Schwefelwasserstoff wahrzunehmen war, brachte man es auf ein Filter.

Die Umwandlung des Schwefelzinns in Zinnoxyd geschah durch Rösten des ersteren im Platintiegel. Diese Methode führt schnell und sicher zum Ziele; sie erfordert aber viele Vorsicht, wenn die Operation nicht mifsglücken soll. Man mufs nämlich von dem, am Filter gut getrockneten, Schwefelzinn nur kleine Mengen auf einmal in den Platintiegel thun, und denselben äufserst gelinde erhitzen, so dafs das Schwefelzinn, besonders beim Beginn der Operation, nicht zum Glühen kommt. Geschieht das letztere, so brennt die Hälfte des Schwefels ab, und es bleibt geschmolzenes Schwefelzinn in Minimo zurück, das man durch Rösten vergeblich in Zinnoxyd zu verwandeln suchen würde. Vermeidet man aber den erwähnten Fehler, und erhitzt man das Schwefelzinn nur allmälig und nur so stark, dafs fortwährend ein Geruch nach schwefliger Säure wahrzunehmen ist, so erhält man das Zinnoxyd in Form der Stückchen des Schwefelzinns und von graulichweifser Farbe. Um es von den letzten Antheilen Schwefelsäure zu befreien, legt man ein Stückchen kohlensaures Ammoniak darauf und glüht es nochmals heftig durch.

Aus der vom Schwefelzinn abfiltrirten Flüssigkeit erfolgte, nach Uebersättigung mit Ammoniak, durch Schwefelwasserstoffammoniak nur ein geringer Niederschlag von Schwefeleisen, der auf einem Filter gesammelt, geglüht und als Oxyd in Rechnung genommen wurde.

Dieser Untersuchung zufolge besteht der Zinnkies von Cornwall aus:

| | |
|---|---|
| Schwefel | 29,64 |
| Zinn | 25,55 |
| Kupfer | 29,39 |
| Eisen | 12,44 |
| Zink | 1,77 |
| Bergart | 1,02 |
| | 99,81. |

Ein Resultat, das mit dem von **Klaproth** bei seiner zweiten Analyse erhaltenen sehr nahe übereinstimmt.

25,55 Zinn erfordern 13,98 Schwefel, um Schwefelzinn in Maximo, $\overset{''}{Sn}$, zu bilden. Eben so erfordern

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 29,39 Kupfer | 7,47 Schwefel, um | $\overset{'}{Cu}$ |
| | 12,44 Eisen | 7,37 Schwefel, um | $\overset{'}{Fe}$ |
| und | 1,77 Zink | 0,88 Schwefel, um | $\overset{'}{Zn}$ |

zu geben. Der Zinnkies wäre demnach als ein Schwefelsalz zu betrachten, das aus Schwefelzinn in Maximo, verbunden mit Kupfer- und Eisensulfuret, das zum Theil durch Zinksulfuret ersetzt wird, besteht. Seine Zusammensetzung läfst sich durch die Formel

$$\left.\begin{matrix}\overset{'}{Fe}{}^2\\ \overset{'}{Zn}{}^2\end{matrix}\right\}\overset{''}{Sn}+\overset{'}{Cu}{}^2\,\overset{''}{Sn}$$

bezeichnen.

Nach derselben berechnet, besteht er aus:

30,13 Schwefel
27,53 Zinn
29,64 Kupfer
12,70 Eisen (mit Hinweglassung des Zinks)
100,00.

Das Schwefelzink glaubte ich nicht als unwesentlich aus der Mischung weglassen zu dürfen, weil an dem Stücke Zinnkies, von welchem ein Theil zur Analyse diente, auch nicht eine Spur von Blende bemerkt werden konnte; wiewohl dann die nach dem Resultate der Analyse berechneten Schwefelmengen dem in der Formel ausgesprochenen einfachen Verhältnisse näher kommen. Dafs sie davon nicht unbedeutend abweichen, hat seinen Grund gewifs nur einzig und allein in einer Verunreinigung des Zinnkieses mit Kupferkies, welche so innig seyn mufs, dafs selbst die scheinbar reinsten Stücke nicht frei davon sind, und welche bei der in's Gelbe ge-

neigten Farbe des Zinnkieses, und bei seiner Eigenschaft, dem Anlaufen ebenfalls unterworfen zu seyn, sehr schwer wahrzunehmen ist. Bei der Analyse erhält man durch den eingemengten Kupferkies einen Ueberschufs an Sulfureten, wie das obige Resultat zeigt. Dasselbe ist indessen entscheidend genug, um über die Zusammensetzung des Zinnkieses keinen Zweifel mehr übrig zu lassen.

## XV. *Beiträge zur Reduction des Schwefelarseniks; von J. Franz Simon.*

### 1) Reduction des Schwefelarseniks durch kaustische Kalkerde.

Bei einer grofsen Reihe von Versuchen über die Reduction des Schwefelarseniks nach den verschiedenen Methoden, gelang es mir, dasselbe auf eine bis jetzt noch nicht bekannte Methode mit der kaustischen Kalkerde zu reduciren. Besonders bei kleinen Mengen von 0,1 Grm., 0,02 Grm., ja selbst noch bei weniger als einem Milligramm giebt diese Methode sehr gute Resultate; es entweicht, wenn geschickt gearbeitet wird, keine Spur Schwefelarsenik, und der Metallspiegel erhält einen vorzüglich schönen Glanz. Da diese Art der Reduction für die gerichtliche Chemie einiges Interesse haben kann, so werde ich mein Verfahren ganz genau beschreiben, und es wird dann Jedem leicht seyn, sich durch eigene Versuche von der Anwendbarkeit der kaustischen Kalkerde als Reductionsmittel für das Schwefelarsenik zu überzeugen.

Eine Glasröhre von ungefähr 2 Linien im Durchmesser und 3 Zoll lang wird an dem einen Ende zugeschmolzen, und so ausgezogen, dafs sie auf die Länge eines bis anderthalb Zoll einen Durchmesser von etwa $\frac{3}{4}$ Linien bekommt. In die Spitze dieses schmalen Röhr-

chens wird das Schwefelarsenik gelegt und durch Stofsen das an den Wänden hängen gebliebene so viel wie möglich in der Spitze vereinigt, und was sich nicht so fortbringen läfst, durch die Flamme einer Spirituslampe hineingetrieben. Man erhitzt sodann die Stelle, wo das Schwefelarsenik sich befindet, behutsam, bis es eben anfangen will zu sublimiren, wobei es braun wird und sein Volumen bedeutend vermehrt. Unterläfst man diefs, so treibt später das Schwefelarsenik, noch ehe es sich verflüchtigt, mit Heftigkeit die Kalkerde nach vorne und stört die Reduction.

Man glüht hierauf etwas Kalkerde — ich bediene mich des gewöhnlichen Kalkerdehydrats — auf einem Platinblech anhaltend, bis man überzeugt seyn kann, dafs sie vollkommen wasser- und kohlensäurefrei ist, schüttet damit den Raum über dem Schwefelarsenik in dem ausgezogenen Theile der Glasröhre voll, so dafs die Kalkerde einen Raum, etwa dem doppelten bis dreifachen Volumen des Schwefelarseniks entsprechend, einnimmt, und sucht die leeren Zwischenräume durch leises Rütteln der Röhre auszufüllen. Einen Drittel oder halben Zoll über der Kalkerde, da wo der Metallanflug sich anlegen wird, zieht man nun wieder die Röhre so aus, dafs das Arsenikmetall auf einen möglichst kleinen Flächenraum concentrirt wird.

Nachdem die Reduction so vorbereitet ist, erhitzt man die Glasröhre, arbeitet man mit gröfseren Mengen und ist die Röhre stark, in der Flamme einer Lampe mit doppeltem Luftzuge, bei kleinen Mengen und dünnen Röhren in der ruhig brennenden Flamme einer einfachen Spirituslampe. Von dem geschickten Erhitzen hängt das Gelingen der Reduction ab. Man verfährt dabei so; dafs man zuerst den Kalk ganz vorn erhitzt, bis er glüht, dann immer mehr den hinterliegenden Theil in die Flamme hineinschiebt, jedoch so, dafs das Schwefelar-

senik nicht bis zum Verflüchtigen mit erhitzt wird. Hierbei kommt es oft, besonders wenn sich die ersten Spuren des Schwefelarseniks verflüchtigen, dafs die Kalkerde vorgetrieben wird; man mufs sie dann wieder durch sanftes Aufstofsen sammeln, und da Anglühen, wie oben beschrieben, von Neuem beginnen. Wenn endlich der Kalk vollkommen glüht, oder wenigstens der gröfste Theil und besonders der dem Schwefelkies am nächsten, schiebt man auch dieses in die Flamme. Man wird bei einiger Aufmerksamkeit, und besonders wenn das Zimmer nicht sehr hell ist, bemerken, wie im Augenblicke, wo sich das Schwefelarsenik verflüchtigt, durch die Masse des glühenden Kalks ein momentanes helleres Licht hinzieht, als sicheres Zeichen einer chemischen Reaction, und man findet dann den metallischen Anflug in dem oberhalb der Kalkerde ausgezogenen Theile der Glasröhre.

Gröfsere Mengen Schwefelarsenik, als einen Gran, auf diese Art zu reduciren, wird immer etwas schwer halten. Ein Theil desselben wird zwar stets metallisirt werden, aber weil es bei der gröfseren Menge anzuwenden der Kalkerde schwierig ist, sie vollkommen glühend zu erhalten, ohne dafs das Glas sich biegt, so entweicht ein Theil Arsenik unzersetzt. Bei sehr kleinen Mengen aber, und selbst, wie ich schon angeführt habe, bei weniger als ein Milligramm, ist mir jedesmal die Reduction vollkommen gelungen. Das gerade empfiehlt, wie ich glaube, diese Methode vorzüglich, und macht sie in der gerichtlich-chemischen Analyse anwendbar, wo man oft mit ähnlich kleinen Mengen zu operiren genöthigt ist.

Wenn nach vollendeter Reduction die Kalkerde auf ein Uhrgläschen geschüttet wird, so entwickelt sie sehr bald den Schwefellebergeruch, und befeuchtet man sie mit Wasser und bringt etwas Salpetersäure hinzu, so wird sie mit Aufbrausen von entweichendem Schwefelwasserstoffgas, aufgelöst. War die Reduction ganz vollkom-

men, so ist die Lösung klar und farblos, häufig aber ist sie etwas gelblich gefärbt von noch in der Kalkerde zurückgehaltenem Schwefelarsenik.

Den Metallanflug kann man in dem ausgezogenen Theile der Röhre noch etwas zusammentreiben, um ihn sichtbarer und glänzender zu machen; es ist aber bei kleinen Mengen vor dem öftern Hin- und Hertreiben zu warnen, wobei es sich nicht selten ereignet, dafs der Spiegel ganz verschwindet und nicht wieder zusammenzutreiben ist. Soll etwa ein Milligramm Schwefelarsenik oder noch weniger reducirt werden, so mufs auch das Röhrchen verhältnifsmäfsig mehr ausgezogen und von einem geringeren Durchmesser genommen werden.

Die Methode von Liebig giebt ähnliche, aber nicht ganz so sichere Resultate. Der verkohlte und geglühte weinsteinsaure Kalk bildet ein lockeres Pulver, die Dämpfe des Schwefelarseniks streichen leicht und rasch hindurch, ohne Zeit zu haben sich vollkommen zu zersetzen; es wird deshalb aber auch der geglühte weinsteinsaure Kalk nicht oder wenig von den Dämpfen des Schwefelarseniks vorgetrieben, was häufiger bei der Anwendung des kaustischen Kalks geschieht. In dieser Beziehung ist die hier beschriebene Methode etwas mühseliger, weil man den etwa vorgetriebenen Kalk wieder ansammeln und das Anglühen von Neuem beginnen mufs. Aber bald wird man durch Handgriffe sich die Arbeit erleichtern lernen. Ich verfahre auf folgende Art, wobei nie ein Vortreiben des Kalks stattfinden kann und die Reduction ohne alle Mühe vor sich geht. Nachdem der geglühte Kalk auf das Schwefelarsenik geschüttet und durch Aufstofsen gesammelt ist, schütte ich auf den Kalk etwa $\frac{1}{4}$ Gran geglühter Soda, und erhitze erst diese bis sie anfängt zu schmelzen und gleichsam einen festsitzenden Kork, der aber genug Raum läfst, damit das dampfförmige Arsenik durchstreichen kann, darstellt. Nun ist der Kalk gehindert vorzutreiben, und man sieht, wie mit hellem

Lichte das Arsenik durch den mattglühenden Kalk hindurchgeht.

An Sicherheit wird diese Methode der von Berzelius, wo man mit Wasserstoffgas das Schwefelarsenik reducirt, nicht nachstehen, und ist an Einfachheit derselben gewiſs vorzuziehen.

2) Trennung des Schwefelarseniks vom Schwefelantimon mittelst Reduction durch geglühten Kalk.

Auf dieselbe Art gelang es mir, bei einer Verbindung von Schwefelarsenik mit Schwefelantimon das Arsenik metallisch durch Reduction zu trennen. Ich stellte zuerst folgende Versuche an. Ein Gran Kermes wurde mit 0,1 Grn. Schwefelarsenik gemengt, und auf einem Uhrgläschen im Sandbade so lange erwärmt, bis kein Wasser mehr verdampfte, wobei der Kermes eine schwarzbraune Farbe angenommen hatte. Ich schüttete diese Schwefelverbindung in ein ausgezogenes, wie oben beschriebenes Reductionsröhrchen, auf diese eine, dem Volumen nach, dreifache Menge frisch und heftig geglühte kaustische Kalkerde, und auf diese wieder $\frac{1}{4}$ Gran geglühter Soda. Es wurde nun wieder zuerst die Soda erhitzt, bis sie anfing zu schmelzen und gleichsam als Pfropfen diente, sodann die Kalkerde von vorn nach hinten zu zum Glühen gebracht, und endlich die Spitze der Röhre mit der Schwefelverbindung von Antimon und Arsenik in die Flamme gezogen. Die Trennung und Reduction gelang vollständig und das Arsenikmetall hatte sich oberhalb der Soda als hellglänzender Spiegel angelegt. Ein Milligramm Schwefelarsenik mit $\frac{1}{2}$ Gran Kermes auf gleiche Weise behandelt, gab noch einen gut zu erkennenden Anflug von Arsenikmetall.

Zehn Gran Brechweinstein wurden mit einem Gran arsenichter Säure in Wasser gelöst, und durch einen anhaltend hindurchstreichenden Strom von Schwefelwasserstoffgas die Schwefelmetalle vollkommen gefällt. Sie wur-

den durch Filtriren gesondert, getrocknet und auf einem Uhrgläschen im Sandbade bis zur Vertreibung der Feuchtigkeit erwärmt.

Ein Gran dieser Schwefelverbindung wurde auf ein Platinblech noch ein wenig erwärmt, bis die Farbe in's Dunkelbraune überging und wie früher behandelt. Es wurde ein schöner und ziemlich bedeutender Spiegel von Arsenikmetall erhalten. Ein Viertel-Gran, in welchem, der ungefähren Berechnung nach, kaum mehr als ein Milligramm Schwefelarsenik enthalten seyn konnte, gab ebenfalls noch einen zu erkennenden Arsenikanflug.

Noch eine andere Methode mit frisch geglühtem kohlensauren Natron versuchte ich, die zwar den Vortheil hat, dafs man gröfsere Mengen der Schwefelmetalle anwenden kann, um daraus das Arsenik metallisch darzustellen, die aber nicht so ganz sichere Resultate giebt. Die Schwefelverbindung von Antimon mit Arsenik wird, wie oben erwähnt, vom Hydratwasser befreit, und sodann mit frisch und stark angeglühter Soda, im Verhältnifs wie 1 : 5, genau vermischt in ein Glasröhrchen geschüttet. Vermuthet man sehr wenig Schwefelarsenik, und daher einen geringen Metallanflug, so zieht man etwa einen Viertel-Zoll von der Stelle, wo das zu glühende Gemeng liegt, die Röhre etwas aus, so dafs der Arsenikanflug auf den möglichst kleinen Raum concentrirt wird.

Wird sodann das Gemeng der Soda mit den Schwefelmetallen erst gelinde sodann bis zum Glühen erhitzt, so bemerkt man zuerst einen leichten Anflug von Schwefelarsenik, dem sogleich reducirtes Arsenik folgt. Aber jedesmal geht der Arsenikreduction das Entweichen einer geringen Menge Schwefelarseniks voran. Man kann auf dieselbe Art auch Schwefelarsenik allein für sich durch Soda reduciren, jedoch nie ohne Verlust von Schwefelarsenik, das unzersetzt entweicht.

## XVI. *Ueber einen neuen Aether;* *von Dr. C. Ettling*[1]).

Vor einiger Zeit hat Prof. Löwig in Zürich eine Arbeit über die Wirkung des Kaliums oder Natriums auf Oxaläther bekannt gemacht, worin er darzuthun sucht, dafs der Oxaläther hiebei in Kleesäure, Krokonsäure, Kohlenoxydgas und gewöhnlichen Aether zerfalle[2]).

Ich habe die Arbeit des Hrn. Prof. Löwig wiederholt und bin dabei auf Resultate gekommen, welche von den seinigen sehr verschieden sind. Es bildet sich nämlich bei der Einwirkung des Kaliums oder Natriums auf wasserfreien Oxaläther weder Krokonsäure noch gewöhnlicher Aether, sondern statt der ersteren eine rothe harzähnliche, sowohl in Alkohol als Aether, allein auch in Wasser lösliche Masse, welche dem äufseren Ansehen nach mit dem braunrothen Harze des Aldehyds Aehnlichkeit hat, sich aber durch seine Leichtlöslichkeit in Wasser von demselben unterscheidet. Statt des Schwefeläthers bildet sich eine ätherische Flüssigkeit, deren Siedpunkt so hoch liegt, dafs während des ganzen Verlaufs der Einwirkung des Natriums auf den Oxaläther, selbst wenn man zuletzt die Wärme einer concentrirten siedenden Kochsalzlösung zur Unterstützung der Reaction anwendet, nichts davon übergeht. Ich habe diese Flüssigkeit untersucht, und dieselbe für *Kohlensäure-Aether* erkannt. Auf einige Zeit in der Untersuchung der sich zugleich mit diesem Aether bildenden Producte gestört, will ich in Nachfolgendem einstweilen die Analyse und die Eigenschaften desselben niederlegen.

1) Annalen der Pharmacie, Bd. XIX S. 17.

2) S. Annal. Bd. XXXVII S. 400.

Bringt man in wasserfreien und weinölfreien Oxaläther ein Stückchen Natrium, so bemerkt man in der Kälte so gut wie gar keine Reaction. Wenn man den Aether aber so weit erwärmt, dafs das darin schwimmende Natrium erweicht, so sieht man dasselbe sich aus seiner Oxydrinde, ohne welche man dasselbe nicht in den Apparat bringen kann, heraustreten, indem es letztere als trocknes Skelett zurückläfst, welches mittelst eines Glasstäbchens leicht herausgenommen werden kann. Um das Natrium herum bilden sich nun gelblichweifse Flocken, welche, in dem Maafse sie sich vermehren, dunkler und zuletzt dunkelroth werden, während das übrige Natrium glänzend in der Masse schwimmt. Es entwickelt sich hierbei kein Gas; erhitzt man aber die Masse stärker (ungefähr bis zu 130° C.), so sieht man sowohl zunächst des Natriums, als auch durch die ganze Masse hindurch eine Menge Gasbläschen entweichen, welche, gesammelt und gemessen, auf 5,07 Grm. Oxaläther ungefähr 586 Cub. Centimeter betragen. Dieses Gas stimmt in seinen Eigenschaften mit denen des Kohlenoxydgases überein, scheint aber eine kleine Menge Wasserstoffgas oder eines Kohlenwasserstoffgases zu enthalten, denn bei der Verbrennung desselben mit Kupferoxyd erhielt ich neben 1,249 Grm. Kohlensäure 0,0405 Wasser, was, wenn man das Gas als Kohlenoxydgas annimmt, das Verhältnifs von 12,6 des ersteren zu 1 Vol. Wasserstoffgas gäbe.

Wenn auf Zusatz neuen Natriums keine Gasentwicklung mehr stattfindet, so hat man in der Retorte eine, in der Wärme syrupartige, in der Kälte extractartige, dunkelrothe Masse, welche einen eigenthümlichen Geruch besitzt, sich vollständig in absolutem Alkohol löst, und unter der Luftpumpe über Schwefelsäure, unter Anwendung von Wärme, zu einer glasglänzenden Masse zusammentrocknet. Gerieben stellt sie ein braunrothes Pulver dar, welches äufserst leicht, feucht und klebrig wird.

Vermischt man die nicht getrocknete Masse mit Was-

ser, so löst sie sich darin sehr leicht, und oben auf scheidet sich der neue Aether ab. Ich habe denselben mit Wasser gewaschen, dann mit frischem Wasser destillirt, und wenn er noch unzersetzten Oxaläther enthielt, über einer kleinen Menge Natrium rectificirt, nachdem derselbe vorher durch Digestion mit Chlorcalcium vom Wasser befreit worden, und zuletzt für sich allein, um ihn von Alkohol zu befreien, welchen er in Folge der Einwirkung von Natriumoxyd auf den Oxaläther enthalten konnte, so lange in einer kleinen Retorte erhitzt, bis sein Siedpunkt constant blieb. Was nun überging, wurde besonders aufgefangen, und besitzt folgende Eigenschaften.

Er ist farblos, leicht flüssig, siedet bei 125° bis 126° C., brennt schwierig an einem Glasstäbchen mit einer kleinen, rein blauen Flamme ohne hellen Saum, schmeckt brennend gewürzhaft und besitzt einen dem des Oxaläthers entfernt ähnlichen erfrischenden Geruch.

Vermischt man denselben mit einer Auflösung von Aetzkali in Alkohol, so bemerkt man in der Kälte keine Einwirkung, allein schon beim gelinden Erwärmen trübt sich das Gemisch, und es setzt sich ein weifser voluminöser Niederschlag ab, welcher, auf Zusatz einer Spur Wasser, sich zu öligen Tropfen zu unterst der Flüssigkeit vereinigt. Setzt man nun eine Säure zu, so entsteht ein starkes Aufbrausen von Kohlensäure.

Die neutralisirte Flüssigkeit giebt mit Kalksalzen keine Spur eines Niederschlags von kleesaurem Kalk, und eben so wenig konnte ich mit Silber- und Quecksilbersalzen Ameisensäure entdecken.

Mit Kupferoxyd in Hrn. Prof. Liebig's Apparat verbrannt, lieferten:

| | | | |
|---|---|---|---|
| I. | 0,5076 Aether | 0,939 Kohlensäure | und 0,392 Wasser |
| II. | 0,5399 - | 1,002 - - | - 0,417 - |
| III. | 0,5725 - | 1,044 - - | - 0,434 - |

Auf 100 Th. berechnet, entsprechen diese Zahlen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 51,1508 | 51,3075 | 50,4236 [1]) |
| Wasserstoff | 8,5806 | 8,5802 | 8,4230 |
| Sauerstoff | 40,2684 | 40,1121 | 41,1533 |

Sie entsprechen ferner der Formel $C_5 H_{10} O_3$.

$$\left.\begin{array}{lr} 5\,C & 382{,}185 \\ 10\,H & 62{,}398 \\ 3\,O & 300{,}000 \\ \hline & 744{,}583 \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{r} 51{,}328 \\ 8{,}380 \\ 40{,}292 \\ \hline 100{,}000. \end{array}\right.$$

Um für die Richtigkeit dieser Analysen eine Controle zu erhalten, bestimmte ich das spec. Gew. des Dampfs nach der Methode des Hrn. Dumas. Die Kugel mit der Flüssigkeit wurde in einem Chlorzinkbade erhitzt.

| | |
|---|---|
| Die Kugel mit trockner Luft wog | 47,770 Grm. |
| Die Temperatur der Luft war | 18,6° C. |
| Der Druck der Luft war | 27″ 7‴,8 |
| Die Kugel faſste, mit Quecksilber ausgemessen | 290 Cub. Cent. |

290 C.C. Luft auf 0° und 28″ Druck berechnet, geben 267,7 C.C., welche 0,34776 Grm. wiegen. Zieht man das Gewicht der Luft von dem der Kugel mit Luft ab, so bleiben für das Gewicht der Kugel allein 47,42224 Grm.

| | |
|---|---|
| Die Kugel mit Aetherdampf gefüllt wog | 48,431 Grm. |
| Temperatur des Dampfes | 150° C. |
| Druck der Luft | 27″ 7‴,8 |
| Volum des Aetherdampfs mittelst Quecksilber gemessen | 289,5 C.C. |

Zieht man das Gewicht der leeren Kugel von dem der mit Dampf erfüllten ab, so bleiben für das Gewicht des Aetherdampfes 1,00876 Grm. und für das Volum des-

1) Die geringere Menge Kohle, welche in der dritten Analyse erhalten wurde, erklärt sich daraus, daſs die Gasentwicklung einmal etwas zu rasch ging, und so ein kleiner Theil Kohlensäure unabsorbirt entweichen konnte.

selben bei 0° und 28" Druck berechnet, erhält man 182,98 C.C.

1000 C.C. Aetherdampf wiegen demnach 5,5129, und das spec. Gewicht desselben wäre also =4,243.

| | |
|---|---|
| Das spec. Gewicht von 1 Vol. Aetherdampf ist | =2,58088 |
| Das spec. Gewicht von 1 Vol. Kohlensäure ist | =1,52400 |
| | 4,10488 |

Vergleicht man das berechnete Gewicht mit dem gefundenen, so sieht man, dafs in dem neuen Aether 1 Vol. Aetherdampf und 1 Vol. Kohlensäure zu einem Volum verdichtet sind; eine Verdichtungsweise, wie sie Hr. Dumas beim Oxaläther und beim schwefelsauren Methylen gefunden hat. Hält man die Zersetzungsweise dieses Aethers durch Aetzkali, seine Zusammensetzung nach der Analyse und das spec. Gewicht seines Dampfes zusammen, so kann man wohl nicht daran zweifeln, dafs derselbe *Kohlensäureäther* sey.

Ueber die Art, wie derselbe durch Natrium aus dem Oxaläther gebildet wird, kann ich noch keine Vermuthung aussprechen. Die genaueste Untersuchung der gleichzeitig entstehenden Körper, mit welchen ich gegenwärtig beschäftigt bin, wird mir vielleicht erlauben, diese Frage bald zu beantworten.

---

## XVII. *Untersuchung der Katechusäure und einiger auf deren Kosten sich bildender Stoffe; von* L. F. Svanberg.

(*Kongl. Vetensk. Acad. Handling.*)

---

Obwohl eigentlich eine Gleichheit in der atomistischen Zusammensetzung der Katechusäure und Galläpfelsäure nicht mit Grund zu vermuthen war, so schien es doch

en, obwohl bisher noch wenig beobachtet
ı vermuthlich in Zukunft viel Licht über da
und die Reactionen der verwandten Stoffe
und obgleich ein Charakterisirendes für je
immengesetztes Kohlenwasserstoffradikal in d
edenen Acidificationsgraden noch nicht bem
ist, so steht doch zu vermuthen, dafs die
it geschehen werde, und dann wird es der l
ı welchem eine grundsätzliche Nomenclatu
o grofser Anzahl sich häufenden organische
setzungen aufgestellt werden kann. Da es in
eitig wäre, eine solche Nomenclatur bilden
so habe ich die Namen für zwei neue V
welche ich in dem Folgenden beschreibe
einem andern Verhältnifs abgeleitet. Uebri
so glücklich gewesen, die nachfolgenden Ve
Laboratorium und unter der Leitung von
anstellen zu können.

### Katechusäure.

Die Katechusäure wurde zuerst auf die vo
vorgeschriebene Weise bereitet [2]); da sie aber

niemals rein erhalten werden konnte, so wurde die darnach gröfstentheils zuvor gereinigte Säure in warmem Wasser gelöst und vollkommen mit einer Lösung von Bleizucker niedergeschlagen, und darauf das katechusaure

wiederholt diefs drei bis vier Mal, aber nur mit dem doppelten Gewicht Wassers, worauf man nun die ungelöste Masse in dem achtfachen Gewichte kochenden Wassers auflöst. Die Lösung, welche nun die Katechnsäure (von Büchner Tanningensäure genannt) und Gerbstoff enthält, wird kochendheifs mit einer allmälig zugefügten Lösung von Bleiessig vermischt, bis eine abfiltrirte Probe nur noch die Farbe von Rheinwein besitzt. Dadurch wird die färbende Substanz niedergeschlagen. Die Lösung wird kochendheifs filtrirt, entweder durch Leinwand oder durch sehr dünnes Filtrirpapier, so dafs sie rasch durchläuft, denn die Säure setzt sich beim Erkalten ab. Bei einer Temperatur von ungefähr 0° fängt die durchgelaufene Flüssigkeit an sich zu trüben; in der Sommertemperatur dauert es einige Stunden. Die Katechusäure (Tanningensäure) setzt sich dabei in Gestalt eines körnigen weifsen Niederschlags ab. Nach 12 Stunden wird er abfiltrirt, noch ein Mal in kochendem Wasser aufgelöst, mit Eiweifs geklärt und kochendheifs in eine verschliefsbare Flasche filtrirt; denn im warmen Zustand färbt sich die Lösung an der Luft. Nachdem sie sich abgesetzt hat, wird sie noch ein Mal in einer mit Wasser angefüllten, verkorkten Flasche aufgelöst, indem man diese langsam erwärmt, und nach geschehener Auflösung wieder langsam erkalten läfst.

Die ausgeprefste trockne Säure ist ein weifses, leichtes, zartes Pulver, von eignem süfslichen Geschmack, das zu seiner Lösung in Wasser bei 5° nicht weniger als 16000 Th., vom kochenden Wasser aber nur 3 bis 4 Theile erfordert, das sich in 120 Th. kalten, und in 2 bis 3 Th. siedenden Alkohols löst, auch von 7 bis 8 alkoholfreiem Aether beim Sieden gelöst wird.

Berzelius hat Dahlström veranlafst, einige Versuche über diese Säure anzustellen, und in seinem Jahresbericht, No. 14 S. 235, Folgendes von dessen Resultaten bekannt gemacht: »Gepülvertes und gesiebtes Katechu wird in ein Filtrum von Papier gelegt, und durch dasselbe, ohne dafs man es umrührt, ununterbrochen kaltes Wasser hindurchlaufen gelassen, bis dieses fast farblos abläuft. Der Rückstand auf dem Filtrum wird alsdann zwischen Löschpapier getrocknet, und zwar je schneller je besser, weil er durch längere Berührung mit der Luft eine brau-

Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Die Katechusäure wurde mit warmem Wasser aus dem Schwefelblei ausgezogen, das den Färbestoff zurückhielt; beim Erkalten des Wassers setzte sich die Katechusäure im vollkommen weifsen Zustand ab. Setzt man die noch feuchte Säure der Luft aus, oder wäscht sie auf dem Filtrum mit lufthaltigem Wasser, so verliert sie bald ihre weifse Farbe und fängt an gelb zu werden. Sie mufs daher so schnell wie möglich durch Ausdrücken zwischen Fliefspapier vom Wasser befreit, und dann im luftleeren Raum über Schwefelsäure getrocknet werden. Wenn man die Säure mit warmem Wasser vom Schwefelblei aus-

nere Farbe bekommt. Darauf wird er so lange mit warmem Alkohol digerirt, als noch Säure übrig ist. Der Alkohol wird alsdann zur Hälfte von den filtrirten und vermischten Alkohollösungen abdestillirt, und der gebildete bräunliche Niederschlag nachher abfiltrirt. — Die Lösung wird bei +40° bis zur Hälfte abgedampft und dann zum Krystallisiren an einen kalten Ort gestellt. Nach einigen Stunden setzt sich die Säure krystallisirt ab. Sie hat noch eine graubraune Farbe. Sie wird auf ein Filtrum genommen, zwischen Löschpapier getrocknet, in heifsem Wasser gelöst, und so lange basisches, darauf essigsaures Bleioxyd hinzugesetzt, bis die Auflösung ganz farblos geworden ist. Man läfst alsdann einen Strom von Schwefelwasserstoffgas hindurchstreichen, um das aufgelöste Bleisalz zu fällen, welches sonst beim Erkalten mit der Säure herausfallen und dieselbe graulich färben würde. Die Masse wird aufgekocht und filtrirt, worauf die Säure in vollkommen weifsen, erhöhten Vegetationen aus nadelförmigen Krystallen anschiefst, welche in fast trocknem Zustand ein glänzendes, schuppiges Ansehen bekommen. — An der Luft erhält sich diese Säure unverändert, wenn sie absolut rein und frei von Bleisalz ist, aber die geringste Menge davon färbt sie. Sie röthet das Lackmuspapier schwach und scheint nur eine geringe Sättigungscapacität zu haben. Das Filtrirpapier, welches man anwendet, mufs mit Salzsäure gewaschen seyn, weil sonst die farblose wäfsrige Lösung der Säure dadurch blau gefärbt wird. Ich ziehe diese Bereitungsart vor, weil nach der von Büchner angegebenen Methode die Säure gefärbt, und auch theilweise von der Bleiauflösung zugleich mit den anderen Substanzen gefällt wird.«

zieht, so mufs man das Wasser nicht ganz siedend nehmen, auch nicht in so geringer Menge, dafs es völlig gesättigt wird, weil in beiden Fällen der mit dem Schwefelblei niedergefallene Farbstoff sich zum Theil wieder auflöst, was dagegen leicht verhindert werden kann, wenn man hinlänglich Wasser nimmt, und dessen Temperatur nicht 90° C. übersteigen läfst.

Die Katechusäure ist eine äufserst schwache Säure, keine stärkere als der Zucker. Sie treibt aus kohlensaurem Kalk nicht die Kohlensäure aus, wenn man sie auch damit kocht. Löst man Katechusäure in kohlensaurem Kali auf, so geht nicht eher Kohlensäure fort, als bis man die Säure in so grofser Menge anwendet, dafs beim Erkalten ein Theil derselben herauskrystallisirt [1]).

Bringt man trockne Katechusäure in eine mit Ammoniak gefüllte Glocke, so wird das Gas absorbirt, und die Säure geht mit demselben eine Verbindung ein, die indefs so wenig Bestand hat, dafs ihr ganzer Alkaligehalt fortgeht, wenn man sie in ein Vacuum bringt oder sie erwärmt. Nachdem die Säure mit Ammoniakgas behandelt, und von diesem im luftleeren Raum wieder befreit worden ist, löst sie sich noch in kaltem Wasser; allein einige Augenblicke hernach geht sie in ihren früheren Zustand zurück und fällt in Gestalt eines weifsen Pulvers zu Boden. Läfst man zu den Verbindungen der Säure mit Alkalien Luft hinzutreten, so fangen sie bald an, unter Absorption von Sauerstoff, sich zu verändern, werden erst roth und dann schwarz. In dem Folgenden werde ich diese neugebildete Säure näher betrachten.

Die Katechusäure giebt keinen Niederschlag mit Leimlösung. Essigsaurer Kalk wird mit weifser Farbe

1) Dieser Versuch mufs bei Ausschlufs der Luft geschehen, am besten in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas, weil sonst die Säure sich zersetzt und in eine andere Säure umwandelt, von der weiterhin mehr.

gefällt. Der Niederschlag löst sich nicht in Wasser, nicht einmal in warmem, fängt aber bald an, wie alle Verbindungen der Katechusäure, sich bei Zutritt der Luft zu färben.

Essigsaurer *Baryt* wird weder von der freien, noch von der mit Ammoniak gesättigten Säure gefällt. Essigsaures *Kupferoxyd* wird nicht von der freien Säure gefällt; aber die Lösung wird braun, und scheint in denselben Zustand überzugehen, wie unter Luftzutritt bei Behandlung mit ätzendem Kali. Setzt man Ammoniak zu der sauern Flüssigkeit, so entsteht sogleich ein dunkelbrauner Niederschlag. Fällt man essigsaures Kupferoxyd mit einer warmen Lösung von Katechusäure, so bildet sich sogleich der braune Niederschlag, der bald in Schwarz übergeht.

Salpetersaures *Silberoxyd* wird nicht von der freien Säure gefällt; allein setzt man auch noch so wenig Ammoniak hinzu, so entsteht sogleich ein schwarzer Niederschlag. Denselben Niederschlag erhält man auch, wenn die Lösung der Katechusäure warm ist. Er löst sich weder in verdünnter Salpetersäure, noch in ätzendem Ammoniak.

*Chlorgoldkalium* wird von freier Katechusäure mit rothbrauner Farbe gefällt, und der Niederschlag löst sich mit schön gelber Farbe in mehr Wasser. In der Wärme wird Gold reducirt und mit lichter Farbe gefällt. *Chlorplatinnatrium* wird nicht von der Säure gefällt; aber die Lösung wird gelb, und in der Wärme reducirt sich Platin, obwohl langsam, und dabei fällt mit dem Platin ein flockiger, brauner Stoff in geringer Menge nieder [1]).

*Essigsaures Bleioxyd* wird von der freien Säure mit weifser Farbe gefällt. Der Niederschlag löst sich

1) Alle diese Metallreductionen von Kupfer-, Silber-, Gold- und Platinsalzen scheinen die Säure in dieselbe Säure umzuwandeln, welche man erhält, wenn die Verbindungen der ersteren mit Alkalien sich unter Zutritt der Luft oxydiren.

allmälig, wenn man ihn auf dem Filtrum lange wäscht, und an der Luft wird er schnell gelb, weshalb er möglichst rasch ausgeprefst, und sodann über Schwefelsäure im luftleeren Raum getrocknet werden mufs.

Dieses Salz, obwohl es sich unmöglich vollkommen weifs und rein erhalten liefs, war doch das einzige, welches zur Bestimmung des Sättigungsvermögens der Säure angewandt werden konnte. 0,4233 Grm. katechusaures Bleioxyd wurden verbrannt; das gemeinsame Gewicht vom Bleioxyd und metallischem Blei betrug 0,1882 Grm. Hievon waren 0,0460 metallisches Blei. Nach diesem Versuch ist das Sättigungsvermögen der Säure =5,93, und deren Atomgewicht =1683,94.

Einen Verbrennungsversuch mit Kupferoxyd mit einem Salze vorzunehmen, welches unmöglich im Zustande vollkommner Reinheit zu erhalten war, schien mir nicht der Mühe werth, und deshalb stellte ich denselben mit der freien Säure an, welche nicht schwer farblos zu erhalten ist.

0,4380 Grm. Katechusäure gaben 0,9905 Grm. Kohlensäure und 0,1862 Grm. Wasser. Diefs entspricht:

| | |
|---|---|
| Kohle | 62,53 |
| Wasserstoff | 4,72 |
| Sauerstoff | 32,75. |

Geht man bei der Rechnung von der Analyse des katechusauren Bleioxyds aus, und nimmt an, dafs die mit Kupferoxyd verbrannte Säure ein Atom Wasser enthalte, so findet man die wasserhaltige Säure zusammengesetzt nach der Formel $C^{15}H^{12}O^{6}$, nach welcher sie in Procenten enthalten würde:

| | |
|---|---|
| Kohle | 62,94 |
| Wasserstoff | 4,11 |
| Sauerstoff | 32,95. |

Das Bleisalz würde demnach kein chemisch gebundenes Wasser enthalten.

Das Atomgewicht der berechneten wasserfreien Säure

wasserfreie Katechusäure ist also $=C^{15}H$
aus Wasser abgesetzte $=C^{15}H$

### Japonsäure.

Behandelt man die Katechusäure, unter
t, mit ätzendem Kali, so fängt die Lösu
Farbe zu verändern; anfangs wird sie rosen
l hochroth, dunkelroth und zuletzt schwarz.
Sauerstoff aus der Luft absorbirt werde, 1
ıt, wenn man ein wenig Katechusäure in
cksilber mit Sauerstoffgas gefüllte und am B
cht von Aetzkalilauge enthaltende Glasgloc
e viel Sauerstoff dabei absorbirt werde, hab
ct ermittelt, aber man kann diefs leicht au
mensetzung der beiden Säuren berechnen.
Kali im Ueberschufs und zugleich auch Wä
dt, so geht die Umwandlung der Katechusäu
vor sich. Mit Ammoniak tritt dieselbe Um
Zu den folgenden Versuchen habe ich imn
Kali angewandt, und mit einem Ueberschu
und in der Wärme die Katechusäure unt
itt der Luft mehre Tage lang behandelt.
ie Flüssigkeit wurde darauf mit E

Um die Säure aus dem japonsauren Kalisalze zu erhalten, löst man es in Wasser auf und setzt Salzsäure in möglichst geringem Ueberschufs hinzu, wobei die Säure sich ausscheidet und nur unbedeutend sich löst im Wasser; wendet man Salzsäure in gröfserem Ueberschufs an, so löst sich mehr Japonsäure. Die Japonsäure ist schwarz und löst sich nur unbedeutend in kaltem Wasser, fast gar nicht, wenn sie zuvor streng getrocknet worden. Frisch bereitet und noch feucht, löst sie sich stärker in warmem Wasser, und setzt sich beim Erkalten in Gestalt von schwarzen Körnern daraus ab. Ihre Lösung in Wasser röthet Lackmuspapier. Sie ist unlöslich in Weingeist. Von Essigsäure wird sie nicht aus ihren Lösungen gefällt; aber wenn das neutrale Kalisalz mit überschüssiger Essigsäure eingetrocknet wird, so verwandelt es sich in das saure. Die Salze der Japonsäure krystallisiren nicht, sondern trocknen zu harten und gestaltlosen Massen ein. Das neutrale Kalisalz erhält man, wenn man das saure in sehr concentrirtem Zustand mit ätzendem Kali kocht und das überschüssige Kali mit Weingeist auszieht. Das japonsaure Kali giebt schwarze, voluminöse, in verdünnter und kalter Salpetersäure nicht lösliche Niederschläge mit Chlorbarium, Chlorcalcium, Chloraluminium, Chlorberyllium und Chloryttrium. Mit schwefelsaurem Kupferoxyd giebt es einen tief dunkelgrünen Niederschlag, mit salpetersaurem Silberoxyd dagegen einen schwarzen; letzterer erweist sich bei langem Auswaschen etwas löslich im Wasser, wird, nach Trocknen bei 100°, von Salzsäure nicht zersetzt, wohl aber von ätzendem Kali, welches die Säure auszieht und Silberoxyd hinterläfst.

*Sättigungsvermögen und Zusammensetzung der Japonsäure.* 0,487 Grm. sauren japonsauren Silberoxyds hinterliefsen, nach Fortbrennung der Säure, 0,157 Grm. metallischen Silbers, welches, bei zwei Atomen Säure, einem Sättigungsvermögen von 3,648, und bei einem Atom

Säure, einem von 7,296 entspricht. Hienach würde das doppelte Atomgewicht der Säure 2740,9, und das einfache 1370,4.

0,987 Grm. von neutralem japonsauren Silberoxyd hinterließen 0,476 Grm. Silber; dieß giebt das Atomgewicht des Silbers = 1351,0. — Das Silbersalz war durch Fällung des neutralen japonsauren Kalis mit salpetersaurem Silberoxyd bereitet; allein da das Kalisalz, zufolge seiner Bereitung, schwerlich von eingemengtem kohlensauren Kali frei erhalten werden kann, so mag dieser Versuch eher zum Beweise dienen, daß das vorhergehende Salz ein saures war, als daß das daraus bestimmte Atomgewicht auf Genauigkeit Anspruch machen könnte.

1,0125 Grm. sauren japonsauren Silberoxyds gaben 1,605 Grm. Kohlensäure und 0,225 Grm. Wasser, entsprechend:

| | Versuch. | Rechnung. |
|---|---|---|
| Kohle | 67,04 | 67,09 |
| Wasserstoff | 3,77 | 3,65 |
| Sauerstoff | 29,19 | 29,26. |

Die Rechnung ist nach der Formel, daß das Salz $\dot{A}g C^{24} H^{16} O^{8}$, oder, wenn man $C^{12} H^{8} O^{4} = \bar{J}$ setzt, nach der $\dot{A}g \bar{J}^{2}$ geführt; das aus ihr sich ergebende Atomgewicht der Säure ist 1367,16, und das Sättigungsvermögen derselben oder das Viertel ihres Sauerstoffgehalts ist = 7,32.

0,4484 Grm. Japonsäure gaben 1,0085 Grm. Kohlensäure und 0,1720 Wasser entsprechend:

| | Versuch. | Rechnung. |
|---|---|---|
| Kohle | 62,19 | 61,99 |
| Wasserstoff | 4,26 | 4,22 |
| Sauerstoff | 33,55 | 33,79. |

Die Rechnung ist nach der Formel $C^{12} H^{8} O^{4} + \dot{H}$

geführt, welche ein Atom Wasser auf ein Atom wasserfreier Säure andeutet.

Rubinsäure.

Löst man Katechusäure in kohlensaurem Kali, und läfst die Lösung, ohne Mithülfe von Wärme, an der Luft stehen, so wird sie roth und trocknet zu einer unkrystallinischen harten Masse ein, welche sich sehr träge in Wasser löst. Diese ist nun rubinsaures Kali, gemengt mit überschüssig zugesetztem kohlensauren Kali. Wendet man Wärme beim Abdunsten an, so schwärzt sich die Lösung allmälig, und enthält dann japonsaures Kali, weshalb alle Abdunstungen, bei denen Rubinsäure zugegen ist, freiwillig oder im luftleeren Raume über Schwefelsäure geschehen müssen. Das eingetrocknete rubinsaure Kali wird, möglichst fein gepülvert, in Wasser eingerührt, welches eine längere Zeit bedarf, um sich ganz damit zu sättigen. Das Gelöste, vom Ungelösten abfiltrirt, wird mit Essigsäure versetzt, um die Kohlensäure des überschüssig zugesetzten kohlensauren Kalis auszutreiben, wobei diese mit Aufbrausen fortgeht, und auch etwas Rubinsäure, wenn die Essigsäure in Ueberschufs zugefügt ist. Die Lösung wird von der gefällten Rubinsäure möglichst schnell abfiltrirt (weil diese bei Zutritt der Luft allmälig in Japonsäure übergeht), und dann mit starkem Weingeist gefällt; dabei fällt das rubinsaure Kali nieder und in der Lösung bleibt essigsaures Kali zurück, schwach rubinroth gefärbt durch eine geringe Portion von zugleich aufgelöstem rubinsauren Salz. Das rubinsaure Kali wird zur Abscheidung des anhaftenden essigsauren Kalis einige Male mit Weingeist gewaschen. Es fällt Erd- und Metallsalze mit rother Farbe, und die Niederschläge lösen sich etwas beim Auswaschen, nachdem sie von dem hinzugesetzten Erd- oder Metallsalze gröfstentheils befreit worden sind.

*Sättigungsvermögen und Zusammensetzung der Ru-*

... ...salz, mit Kupferoxyd v
n 0,493 Grm. Kohlensäure und 0,071 G
tsprechend:

| | Versuch. | Rechnu |
|---|---|---|
| Kohlenstoff | 59,12 | 58,53 |
| Wasserstoff | 3,42 | 3,19 |
| Sauerstoff | 37,46 | 38,28. |

Die Rechnung ist nach der Formel $O^{18}$
hrt, welche überdiefs das Atomgewicht =235
Um die freie Säure zu untersuchen und
sie chemisch gebundenes Wasser enthalte
urde eine Lösung des rubinsauren Kalis mi
fällt, die dabei niedergefallene Säure auf ein
waschen und getrocknet, erst im Vacuo üb
säure, und dann in Berzelius's Trockenapp
f mit Kupferoxyd verbrannt, gaben 0,298 G
Kohlensäure 0,667 Grm. und an Wasser 0,
tsprechend:

| | |
|---|---|
| Kohlenstoff | 61,89 |
| Wasserstoff | 4,21 |
| Sauerstoff | 33,90. |

Diese Zusammensetzung stimmt fast vollko

Behandelt man Katechusäure mit sehr schwachem Königswasser, so geht sie in ein rostgelbes Pulver über, dessen Eigenschaften ich zwar noch nicht kenne, das aber bestimmt ein von dem oben angeführten verschiedener Stoff ist. Wenn man ferner Katechusäure in so vielem Wasser auflöst, dafs sich beim Erkalten nichts daraus absetzt, die Lösung mehre Wochen lang an der Luft stehen läfst, und sie endlich in der Wärme abdunstet, so trocknet sie zu einer rothen, zersprungenen, extractartigen Masse ein, welche sich mit Leichtigkeit in Wasser löst. Sie kann also nicht Rubinsäure seyn; allein ihre Eigenschaften und Zusammensetzung habe ich bisher noch nicht untersucht.

---

Da es immer Interesse hat, zu untersuchen, in wiefern organische Substanzen einen Zusammenhang in ihrer Zusammensetzung zeigen, so erlaube ich mir Folgendes hinzuzufügen. Es kann repräsentirt werden:

wasserfreie Katechusäure durch $5(C^3H^2)+5O$

wasserfreie Japonsäure $4(C^3H^2)+4O$

Metagallussäure (nach Pelouze) $2(C^3H^2)+2O$.

Hieran schliefst sich, was das erste Glied betrifft, die Rubinsäure $6(C^3H^2)+9O$

und, nach Liebig, die Metamekonsäure $4(C^3H^2)+10O$.

---

## XVIII. *Ueber eine neue Verbindung der wasserfreien Schwefelsäure mit der wasserfreien schweflichten Säure; von Heinrich Rose.*

---

Durch Behandlung der wasserfreien Schwefelsäure mit gasförmiger trockner schweflichter Säure erhielt ich eine dünnflüssige Flüssigkeit, welche äufserst stark nach schwef-

nn sie sich schon gebildet hat, äufserst lei
e Spur Feuchtigkeit vor ihrer Entstehung ir
iden Bestandtheile enthalten, so wird di
d gar verhindert.

Ich habe deshalb das Gas der schwefli
erst in eine erkältete Vorlage geleitet, und
e, wenigstens 4 Fufs lange Röhre, welch
glühtem Chlorcalcium angefüllt war. Aus di
sehr langsam in ein Glas, welches die
wefelsäure enthielt, und das durch einen
lossen war, durch welchen die Röhre gebr
das Gas der schweflichten Säure hinzulei
as wurde nur bis ungefähr zum Frostpunkt
s und nicht stärker erkältet, damit die
rbindung nicht freie condensirte schweflichte
ten konnte. Hatte sich eine gewisse Menge
keit gebildet, so wurde sie sogleich von
erschüssigen Schwefelsäure in ein kleines
sen, und sogleich zur Untersuchung angewa

Die Röhre mit Chlorcalcium konnte nur
reitung angewandt werden; das Salz mufste,
der gebraucht werden sollte, von Neuem ge

Die erhaltene Flüssigkeit raucht aufserordentlich stark in Berührung mit Luft, und riecht dabei sehr stark nach schweflichter Säure. Ich habe sie immer von bräunlicher Farbe erhalten: doch ist diese der Verbindung nicht wesentlich, sondern sie ist farblos, und die Färbung rührt vom Korke her, mit welchem bei der Bereitung das Glas mit der Schwefelsäure verschlossen ist. Die Flüssigkeit ist so flüchtig, dafs sie in Berührung mit Luft sehr bald sich verflüchtigt, und dabei nur manchmal eine höchst geringe Menge wäfsriger Schwefelsäure zurückläfst. Diese grofse Flüchtigkeit, so wie die leichte Zersetzbarkeit der Verbindung, verhinderte auch ganz und gar, dafs man sie, wie andere, minder flüchtige und zersetzbare Flüssigkeiten, in eine kleine Glaskugel mit langem Halse und ausgezogener Spitze auf die Weise bringen kann, dafs man die Kugel erwärmt und die Spitze in die Flüssigkeit taucht. Nach gänzlicher Erkaltung der Kugel steigt die Verbindung nicht in dieselbe, weniger weil ihr eigener Dampf das Hineintreten verhindert, als vorzüglich wohl, weil sie im verdünnten Raume der Kugel sich zersetzt und schweflichtsaures Gas entwickelt hat. Diefs ist auch die Ursache, weshalb es nicht möglich ist, das specifische Gewicht des Dampfes dieser Verbindung zu bestimmen.

Wird eine auch nur sehr geringe Menge Wasser mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht, so entsteht sogleich ein starkes Aufbrausen und Entweichung von schweflichter Säure. Die Verbindung wird durch geringe Menge von Wasser ganz zersetzt. Schon wenn man sie in ein Glas bringt, das nur so wenig feucht ist, dafs man keinen Hauch an den Wänden desselben bemerkt, so geschieht schon ein leichtes Brausen und eine Zersetzung; diefs ist der Grund, weshalb bei der Bereitung jede Spur von Feuchtigkeit auf's Sorgfältigste vermieden werden mufs, weil durch diese die Entstehung derselben ganz verhindert wird. Setzt man viel Wasser hinzu, so entsteht ein

starkes Kochen durch die plötzliche Entwicklung von schweflichter Säure.

Leitet man trocknes Ammoniakgas in die Flüssigkeit, so erhält man eine Mengung von wasserfreiem schwefelsauren und schweflichtsaurem Ammoniak. Das erhaltene Product ist von gelblicher Farbe und löst sich im Wasser auf; die Auflösung, mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, entwikkelt schweflichte Säure, giebt aber keinen Niederschlag von Schwefel, welcher erst erfolgt, wenn die Flüssigkeit gekocht wird. Mit salpetersaurer Silberoxydauflösung erfolgt darin eine Fällung, die erst weifs ist, dann gelb, braun, und endlich, besonders schnell durch's Kochen, schwarz wird. Es sind diefs die Eigenschaften einer Verbindung von trockner schweflichter Säure und Ammoniak, die ich früher beschrieben hatte [1]). Mit einer Auflösung von Chlorstrontium erfolgt ein Niederschlag von schwefelsaurer Strontianerde, erzeugt durch die Schwefelsäure, welche die Auflösung des wasserfreien schweflichtsauren Ammoniaks durch die Einwirkung des Chlorstrontiums bildet; wird dieser Niederschlag abfiltrirt, so erfolgt in der abfiltrirten Flüssigkeit durch Kochen von Neuem ein Niederschlag von schwefelsaurer Strontianerde, was eine Eigenschaft der Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks ist [2]).

Bei der Analyse dieser Verbindung gelang es mir nur die Menge der Schwefelsäure genau zu bestimmen, nicht aber die der schweflichten Säure, obgleich ich diefs auf mehrere Weisen versuchte.

Eine gewogene Menge der Verbindung, in einer sehr kleinen Flasche mit Glasstöpsel abgewogen, wurde durch rauchende Salpetersäure auf die Art oxydirt, dafs bei der heftigen Einwirkung kein Verlust entstehen konnte. Die Salpetersäure befand sich in einer geräumigen Flasche, die

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIII S. 235.

2) Ebendaselbst, XXXII S. 81.

die durch einen eingeriebenen Glasstöpsel luftdicht verschlossen werden konnte. In diese wurde die kleine Flasche ohne Stöpsel mit der gewogenen Verbindung, an einem Platindraht befestigt, schnell gebracht, doch so, dafs nicht die Flüssigkeiten selbst, sondern nur ihre Dämpfe auf einander wirken konnten, und darauf die grofse Flasche sogleich verschlossen. Nach einiger Zeit schüttelte ich diese behutsam, doch so, dafs nur etwas von der Verbindung in der kleinen Flasche aus derselben herausfliefsen und sich mit der Salpetersäure mengen konnte, wobei immer eine sehr starke Einwirkung, doch nie eine Feuererscheinung entstand. Es bildete sich, wenn umgekehrt etwas Salpetersäure in die kleine Flasche durch's Umschütteln kam, ein krystallinischer Anflug, den ich nicht näher untersucht habe, der aber vielleicht von der nämlichen Beschaffenheit seyn kann, wie der, welcher sich oft bei Bereitung des englischen Vitriolöls erzeugt, und aus Schwefelsäure und salpetrichter Säure und etwas Wasser besteht. — Nachdem die Mengung der Substanz und der Salpetersäure vollständig geschehen war, wurde dieselbe mit Wasser verdünnt, und mit einer Auflösung von Chlorbaryum versetzt.

Aus der Menge der Schwefelsäure, welche in der gefundenen schwefelsauren Baryterde enthalten war, konnte ich leicht das relative Verhältnifs der Schwefelsäure und der schweflichten Säure in der Verbindung berechnen, denn was erstere mehr an Gewicht betrug als letztere konnte nur in Sauerstoff bestehen, den die Verbindung aufgenommen hatte. Aber bei zwei Versuchen, welche mit gleicher Genauigkeit angestellt waren, erhielt ich in der schwefelsauren Baryterde weniger Schwefelsäure, als ich an Gewicht von der Verbindung genommen hatte; ein Beweis, dafs offenbar nur ein Theil der schweflichten Säure durch die Salpetersäure zu Schwefelsäure oxydirt worden war.

Im ersten Versuche gaben 2,237 Grm. der Verbin-

dung 5,633 Grm. schwefelsaurer Baryterde, die 1,936 Grm. Schwefelsäure enthalten, was 82,08 Proc. von der angewandten Verbindung beträgt.

Im zweiten Versuche erhielt ich durch 1,250 Grm. der Verbindung von einer anderen Bereitung 3,443 Grm. schwefelsaurer Baryterde, in welcher sich 1,1834 Grm. Schwefelsäure befinden, entsprechend 94,67 Proc. von der angewandten Verbindung.

Die so sehr geringe Uebereinstimmung zeigt deutlich, dafs sie nur durch die Methode herrührt, und dafs die in der Verbindung nur lose gebundene schweflichte Säure durch rauchende Salpetersäure lange nicht vollständig zu Schwefelsäure oxydirt wird. Vielleicht wäre es durch eine mehr wasserhaltige Salpetersäure bewirkt worden, weil diese bei der Bereitung des englischen Vitriolöls die schweflichte Säure in Schwefelsäure umwandeln kann; doch zu einer quantitativen Untersuchung schien auch sie mir nicht passend. — Uebrigens roch die mit Wasser verdünnte, durch Salpetersäure oxydirte Verbindung nicht nach schweflichter Säure.

Dafs die Salpetersäure die schweflichte Säure in der Verbindung nicht vollständig oxydirt, zeigte sich durch den Erfolg eines dritten Versuchs, bei welchem ich die mit rauchender Salpetersäure oxydirte Verbindung mit einer gewogenen Menge frisch ausgeglühten Bleioxyds vermischte, das Ganze zur Trocknifs abdampfte und die trockne Masse glühte. Ich erhielt aus 1,613 Grm. der Verbindung, mit rauchender Salpetersäure behandelt und mit 10,739 Grm. Bleioxyd gemischt, eine geglühte Masse, an Gewicht 12,238 Grm., die 1,499 Grm. Schwefelsäure, also 92,93 Proc. der Verbindung entsprechend, enthielt.

Aus diesem Versuch geht hervor, dafs der Verlust nicht füglich durch Bildung von Unterschwefelsäure herrühren kann.

Noch weit ungenauer waren die Resultate von Ver-

suchen, bei welchen ich die schweflichte Säure in der Verbindung durch eine Goldauflösung zu oxydiren suchte.

Ich wandte dazu eine mit Vorsicht bereitete Auflösung vom Doppelsalze von Chlornatrium und Goldchlorid an. Die Verbindung wurde mit ihr auf ähnliche Weise in Berührung gebracht, wie bei den früheren Versuchen die Salpetersäure mit derselben. Die Mengung wurde ungefähr 24 Stunden beim Ausschlufs der Luft einer mäfsigen Wärme ausgesetzt. Zwei mit gleicher Sorgsamkeit angestellte Versuche gaben aber so widersprechende Resultate, dafs es mir unmöglich wird, die grofse Verschiedenheit derselben zu erklären. Denn aus 1,259 Grm. der Verbindung erhielt ich bei dem einen Versuche nur 0,058 Grm. metallisches Gold, während ich in einem zweiten Versuche aus einer weit geringeren Menge der Verbindung, aus 0,667 Grm. mehr Gold, nämlich 0,196 Grm., bekam.

Die Bestimmungen der Schwefelsäure in der Verbindung gaben weit übereinstimmendere Resultate; ich mufste mich mit ihnen begnügen, und die Menge der schweflichten Säure aus dem Verlust berechnen. Die Bestimmung geschah auf die Weise, dafs eine Quantität der Verbindung, in einem kleinen Fläschchen mit Glasstöpsel abgewogen, in eine gröfsere Flasche, welche ebenfalls mit einem Glasstöpsel verschlossen werden konnte, gebracht wurde. Diese enthielt eine Auflösung von Chlorbaryum, zu welcher freie Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt worden war. Unmittelbar nach Hineinbringung der kleineren Flasche wurde die grofse verschlossen, und durch Umschütteln bewirkt, dafs der nur lose aufgesetzte Stöpsel der kleinen Flasche von derselben abging, und sich die Verbindung mit der Chlorbaryumauflösung mischen konnte, wobei eine sehr heftige, aber nie gefahrbringende Einwirkung erfolgte. Nachdem die schwefelsaure Baryterde sich gesetzt hatte, wurde sie beim Aus-

schlufs der Luft schnell filtrirt und ihrem Gewichte nach bestimmt. Ein Zusatz von Salzsäure zur Chlorbaryumauflösung war durchaus nothwendig, weil sonst die schwefelsaure Baryterde sich nicht gut filtriren liefs, sondern milchicht durch's Filtrum ging.

Ich habe vier verschiedene Quantitäten von vier verschiedenen Bereitungen auf diese Weise analysirt, und Resultate erhalten, welche zwar bei weitem weniger übereinstimmen, als die von minder leicht zersetzbaren Substanzen, die mir indessen, da die Verbindung, wegen ihrer grofsen Zersetzbarkeit und Flüchtigkeit, weder von überschüssiger schweflichter Säure noch von überschüssiger Schwefelsäure gereinigt werden konnte, übereinstimmender erschienen, als ich sie erwarten konnte. Die Substanz enthielt mehr Schwefelsäure, wenn sie nicht unmittelbar nach der Bereitung analysirt wurde, und sich aus ihr etwas schweflichte Säure entbunden hatte; mehr Schwefelsäure hingegen, wenn diefs der Fall war, und sie daher etwas überschüssige freie schweflichte Säure enthalten konnte.

Die Resultate dieser vier Versuche, genau geordnet, je nachdem die Verbindung von älterer oder neuerer Bereitung war, waren folgende:

| | Gewicht der Verbindung | Gewicht der erhaltenen schwefelsauren Baryterde. | Procente der darin enthaltenen Schwefelsäure. |
|---|---|---|---|
| I. | 0,529 Grm. | 1,122 Grm. | 72,90 Proc. |
| II. | 0,955 - | 1,945 - | 70,00 - |
| III. | 1,274 - | 2,554 - | 68,91 - |
| IV. | 2,550 - | 5,021 - | 67,68 - |

Die Verbindung enthält hiernach nicht, wie ich vor der Untersuchung vermuthete, schweflichte Säure und Schwefelsäure in dem Verhältnisse, wie man es in der wasserfreien Unterschwefelsäure annehmen kann $(\ddot{S}+\dddot{S})$, sondern 2 Atome Schwefelsäure gegen 1 Atom schwef-

lichte Säure ($2\dddot{S}+\ddot{S}$), welche der Berechnung nach im Hundert zusammengesetzt ist aus:

| | |
|---|---|
| Schwefelsäure | 71,42 |
| Schweflichter Säure | 28,58 |
| | 100,00. |

Da die schweflichte Säure die minder starke Säure in der Verbindung ist, also wie der basische Bestandtheil betrachtet werden kann, so ist nach dieser Ansicht die Verbindung wie ein neutrales schwefelsaures Salz zusammengesetzt, in welchem die Schwefelsäure drei Mal so viel Sauerstoff enthält als die Base.

## XIX. *Ueber einige Verbindungen einer neuen Säure, bestehend aus Stickstoff, Schwefel und Sauerstoff; von Hrn. J. Pelouze*[1].

(*Ann. de chim. et de phys. T. LX p.* 151.)

H. Davy hat die wichtige Beobachtung gemacht, daſs das Salpetergas (Stickstoffoxyd) von einem Gemenge von Kali oder Natron und einem schwefligsauren Alkali absorbirt wird, und daſs daraus eine eigenthümliche Substanz entspringt, deren Hauptkennzeichen darin besteht, bei Berührung mit Säuren Stickstoffoxydul zu entwickeln[2]). Davy hielt die Gegenwart des freien Kalis oder Natrons für nothwendig zur Absorption des Stickstoffoxyds durch die schwefligsauren Salze, und da er überdieſs bemerkte, daſs diese neuen Verbindungen durch Säuren nicht Stickstoffoxyd, sondern Stickstoffoxydul entweichen lieſsen, so

1) Eine vorläufige Notiz von dieser Arbeit findet sich schon Annalen, Bd. XXXV S. 528. P.

2) *Revue britannique*, 1802. — Berzelius, *Traité*, *T. II p.* 50.

betrachtete er sie als gebildet aus diesem letzteren Gase und Alkali, daher er ihnen dann auch den Namen Nitroxide von Kali und Natron gab. Vergebens suchte er analoge Verbindungen mit Ammoniak, Baryt, Strontian und Kalk darzustellen. Um das Verschwinden des Stickstoffoxyds zu erklären, setzte Davy voraus, Kali und Natron, obwohl unfähig das bereits gebildete Gas zu absorbiren, seyen doch fähig es im Entstehungsaugenblick aufzunehmen und sich mit ihm zu verbinden, durch das Spiel der Verwandtschaften, welche diefs Salpetergas zersetzen und es in Stickstoffoxydul verwandeln.

Weiter dehnte der berühmte englische Chemiker seine Beobachtungen nicht aus. Die von ihm erhaltenen Salze waren nicht frei von den begleitenden fremdartigen Stoffen, und daher konnte er sie weder analysiren, noch ihre Haupteigenschaften untersuchen.

Wenn man in eine mit Stickstoffoxyd gefüllte Eprouvette, nachdem sie einige Minuten einer Kälte von —15° bis 20° C. ausgesetzt worden, eine bis zu ihrem Frostpunkt erkaltete wäfsrige Lösung von schwefligsauren Ammoniak hineinbringt, so nimmt das Gas allmälig an Volum ab; und wenn man von Zeit zu Zeit die Eprouvette aus der Kältemischung zieht und schüttelt bis die gefrorne Masse flüssig geworden ist, man auch diese Operation mehrmals wiederholt, so wird das Stickstoffoxyd vollständig vom schwefligsauren Salze absorbirt, und es bildet sich dadurch ein neues, sehr merkwürdiges Salz, auf welches ich in einem Augenblick wieder zurückkommen werde.

Läfst man das Stickstoffoxyd, statt bei —15° C., bei Nullgrad, oder besser in gewöhnlicher Temperatur auf das schwefligsaure Salz einwirken, so ist der Vorgang ein ganz anderer. Das Stickstoffoxyd wird zwar noch vollständig zerstört, allein auch ersetzt durch die Hälfte seines Volums an Stickstoffoxydul, und statt des neuen Salzes erhält man neutrales schwefelsaures Ammoniak.

Ich weiſs nicht, daſs die Chemie einen einzigen ähnlichen Fall darböte, d. h. ein Beispiel von so verschiedenen Reactionen bei so nahe an einander und so weit in der Thermometerskale nach unten liegenden Temperaturen. Wahrscheinlich wird man in Zukunft noch mehre Thatsachen der Art kennen lernen, und mittelst Kältemischungen dahin gelangen, Verbindungen darzustellen, die, obwohl wenig stabil, doch in ihrer Zusammensetzung und ihren Eigenschaften sehr bestimmt sind.

Wenn man, nachdem das Stickstoffoxyd vollständig vom schwefligsauren Salz absorbirt ist, die Lösung in gewöhnlicher Temperatur stehen läſst, so zersetzt sich das neue Salz allmälig, läſst reines Stickstoffoxydul entweichen, und die Flüssigkeit enthält nichts als schwefelsaures Ammoniak. Das Volum des neuen Gases findet sich genau halb so groſs als das des angewandten Stickstoffoxyds.

Wegen ihrer Instabilität erlaubte die neue Substanz kaum eine gründliche Untersuchung, denn bei Null verwandelt sie sich schon in Stickstoffoxydul und schwefelsaures Ammoniak; in der gewöhnlichen Temperatur zersetzt sie sich rasch, und bei +40° C. mit Ungestüm und heftigem Aufbrausen. Ueberdieſs ist es, besonders im Sommer, nicht leicht, mit Gasen in Kältemischungen zu experimentiren. Ich muſste also eine andere Bereitungsweise ersinnen, und fand sie durch folgende Betrachtung: »Das Salz kann das nicht seyn, wofür es Davy gehalten, d. h. keine Verbindung von Stickstoffoxydul und Alkali, denn, weil es möglich ist, sie mit einem neutralen schwefligsauren Salz zu erhalten, so müſste die schweflige Säure, welche durch das Stickstoffoxyd von seiner Basis abgeschieden, und durch die Absorption der Hälfte des Sauerstoffs des letzteren Gases in Schwefelsäure verwandelt wurde, sie unfehlbar zersetzen und daraus eine Entwicklung von Stickstoffoxydul entspringen; allein andererseits hat Davy diese Verbindungen, ob-

wohl unrein, durch Gemenge von schwefligsauren Salzen und freiem Alkali erhalten; es muſs also dieses Alkali die Stabilität der fraglichen Salze erhöhen, und dadurch wird es wahrscheinlich, daſs man sie durch eine Abänderung des Davy'schen Verfahrens rein erhalten werde.»

Wirklich ist dieſs der Fall. Die Gegenwart eines freien Alkalis verzögert die Zersetzung der besagten Verbindungen in einer merkwürdigen Weise, und liefert zugleich ein Mittel, sie mit Leichtigkeit zu bereiten. Nach einigen Proben, deren Anführung hier unnöthig seyn würde, bin ich bei folgendem Verfahren stehen geblieben, welches mir am besten gelungen ist.

Man macht eine concentrirte Lösung von schwefligsaurem Ammoniak, mischt sie mit dem Fünf- bis Sechsfachen ihres Volums an Ammoniakflüssigkeit, und läſst dann mehre Stunden lang Stickstoffoxyd hineinstreichen. Der Versuch läſst sich bequem in einer Woolf'schen Flasche anstellen. Das Gas, welches in der ersten Flasche nicht von der Flüssigkeit absorbirt worden, wird es in der zweiten und dritten. Nach und nach setzt sich eine bedeutende Anzahl schöner Krystalle ab, von gleicher Art mit denen, welche in niederer Temperatur mit neutralem schwefligsauren Ammoniak erhalten werden. Man wäscht sie mit zuvor erkalteter Ammoniakflüssigkeit ab, welche, auſser daſs sie ihre Zersetzung verzögert, den Vorzug hat, sie weniger als Wasser zu lösen. Nachdem die Krystalle getrocknet sind, bringt man sie in eine wohl verschlieſsbare Flasche, wo sie sich dann nicht mehr verändern. Auf ähnliche Weise lassen sich die entsprechenden Salze von Kali und Natron bereiten.

Ehe ich zur Untersuchung dieser neuen Klasse von Körpern übergehe, will ich einen Versuch anführen, der auf ihre Zusammensetzung das hellste Licht wirft.

Läſst man eine starke Lösung von ätzendem Kali in eine graduirte Röhre treten, die ein Gemeng von zwei Volumen Stickstoffoxyd und einem Volume schwefliger

Säure enthält, so findet sich nach einigen Stunden kein Gasrückstand. Steht das Stickstoffoxyd zur schwefligen Säure in einem gröfseren Verhältnifs als dem von 2 : 1 so bleibt über der Flüssigkeit ein nicht absorbirter Gasrückstand; und andererseits, wenn man weniger als die angezeigte Menge von Salpetergas anwendet, so findet man das neue Salz immer gemischt mit schwefligsaurem Kali. Kurz die beiden Gase, das Stickstoffoxyd nd die schweflige Säure, reagiren niemals anders auf einander als in dem Volumenverhältnifs 2 : 1.

Leicht kann man sich überzeugen, dafs das schwefligsaure Salz dabei verschwindet, und ersetzt wird durch ein Salz von einer neuen Säure. Denn einerseits wird das rothe schwefelsaure Mangan, in die Reactionsröhre gebracht, nicht zersetzt; und andererseits zeigt eine schwefelsaure Indiglösung, durch ihre Permanenz, die Abwesenheit von salpetersauren und salpetrigsauren Salzen. Und wenn man ein Barytsalz in die Flüssigkeit schüttet, den darin entstandenen Niederschlag sammelt, ihn mehrmals mit Kaliwasser wäscht und darauf mit Salpetersäure behandelt, so löst er sich gänzlich, zum Beweise, dafs kein schwefelsaures Salz gebildet ward.

Diese Versuche, im Verein mit der vollständigen Absorption des Stickstoffoxyds durch ein neutrales schwefligsaures Salz bei einer Kälte von —15° C. liefsen mir keinen Zweifel an der Zusammensetzung dieser neuen Salze übrig. Zwei Volume schwefliger Säure reagiren nämlich auf vier Volumen Stickstoffoxyd und ein Atom Alkali (Kali, Natron oder Ammoniak) und erzeugen dadurch eine neue Säure, bestehend aus zwei Atomen Stickstoff, einem Atom Schwefel und vier Atomen Sauerstoff. Diese Vermuthung ist durch die directe Analyse der Salze bestätigt worden. Ich nenne diese Säure *Stickschwefelsäure* (*Acide nitrosulfurique*) und ihre Salze *stickschwefelsaure* (*Nitrosulfates*).

Stickschwefelsaures Ammoniak.

Das stickschwefelsaure Ammoniak ist ein weißes Salz von stechendem und schwach bitterem Geschmack, der nichts mit dem der schwefligsauren Salze gemein hat. Es ist ohne Wirkung auf rothes oder blaues Lackmuspapier, krystallisirt in mehr oder weniger abgeplatteten Prismen mit rhombischer Basis und verschiedenartiger Zuspitzung.

Es ist unlöslich in Alkohol, heifsem wie kaltem, leichtlöslich in Wasser, und darin sich zersetzend, desto rascher, je höher die Temperatur; das Wasser enthält dann schwefelsaures Ammoniak, während Stickstoffoxydulgas entweicht. Alkohol fällt die wäfsrige Lösung dieses Salzes. Bei 110° C. hält es sich noch, allein ein wenig darüber zersetzt es sich mit einer Explosion, herrührend von einer raschen Entwicklung des Stickstoffoxyduls. Auf glühende Kohlen geworfen, verbrennt es mit Funkensprühen.

Alle Säuren entwickeln daraus sogleich Stickstoffoxydul und führen es in schwefelsaures Ammoniak über; mit gasförmiger Kohlensäure geschieht diese Zersetzung langsam, rasch dagegen mit der in Wasser gelösten.

Ich sagte vorhin, dafs alle Alkalien die Stabilität der Nitrosulfate erhöhten; diefs findet indefs bei dem des Ammoniaks nur bis zu einem gewissen Grade statt. Diefs Salz, mit concentrirtem Aetzammoniak versetzt, zersetzt sich noch sehr sichtlich, wiewohl weit langsamer als in reinem Wasser, und giebt überdiefs dieselben Producte.

Diese Zersetzung stimmt wohl mit dem überein, was man beobachtet, wenn man ein Gemeng von zwei Volumen Stickstoffoxyd und einem Volume schwefliger Säure in eine Glocke mit Ammoniakflüssigkeit bringt. Die Absorption ist hiebei nie vollständig, wie sie es beim Kali ist; beständig hat man einen Rückstand von Stickstoffoxydulgas, und wenn man durch das von mir angezeigte Verfahren stickschwefelsaures Ammoniak bei gewöhnlicher Temperatur erhält, so rührt diefs davon her, dafs die

Bildung desselben rascher vor sich geht als seine Zersetzung. Man sieht daraus die Möglichkeit, dafs ein Körper innerhalb einer gewissen Zeit in derselben Temperatur sich bilden und halten kann, in welcher er sich zersetzt.

Die ausnehmende Beweglichkeit der Elemente des stickschwefelsauren Ammoniaks, und die Stabilität, welche ihm die Alkalien geben, liefsen es mich nicht für unmöglich halten, dafs dieses Salz Zersetzungserscheinungen von gleicher Ordnung wie die zeigen würde, welche Hr. Thénard beim oxydirten Wasser beobachtet hat. Und wirklich ist dem so. Viele Körper, welche das Wasserstoffhyperoxyd zersetzen, ohne etwas aufzunehmen oder abzugeben, zersetzen eben so die stickschwefelsauren Salze. Platinschwamm, Silberoxyd, metallisches Silber, Kohlenpulver, Manganoxyd gehören hieher; vor allem die beiden ersten Körper wirken mit aufserordentlicher Schnelligkeit auf das stickschwefelsaure Ammoniak.

Ich habe mich überzeugt, dafs diese merkwürdige Erscheinung, wie bei dem oxydirten Wasser, von einer Wirkung der Gegenwart (*action de présence*) herrührt, und dafs niemals etwas anderes entsteht als eine blofse Umwandlung des stickschwefelsauren Ammoniaks in Stickstoffoxydul und schwefelsaures Ammoniak. Das Silberoxyd wird nicht reducirt, denn wenn man es wäscht nachdem es eine grofse Menge des Salzes zersetzt hat, löst es sich gänzlich in Salpetersäure, ohne Entwicklung röthlicher Dämpfe.

Es war interessant zu versuchen, ob man durch Hineinschüttung von stickschwefelsaurem Ammoniak in Salze mit in Wasser unlöslichen Oxyden als Basen, Metall-Nitrosulfate erhalten werde. Ich stellte die Versuche mit zuvor bis auf einige Grade unter 0° erkalteten Flüssigkeiten an, und erhielt dabei folgende Resultate: Quecksilberchlorid, schwefelsaures Zink-, Kupfer- und Eisenoxyd, salpetersaures Quecksilberoxydul und Silberoxyd,

und Chromchlorür, erzeugten, durch Entweichen von Stickstoffoxydul, ein lebhaftes Aufbrausen, und zugleich bildete sich schwefelsaures Ammoniak, welches sich, ohne Trübung zu verursachen, mit diesen Lösungen mischte. Mit essigsaurem Bleioxyd fand auch ein Aufbrausen statt, aber auch Bildung von schwefelsaurem Bleioxyd.

Es würde gewifs schwer seyn, die wahrscheinliche Ursache dieser sonderbaren Erscheinungen aufzufinden; allein gerade weil sie gegenwärtig unerklärbar sind, scheinen sie mir die Aufmerksamkeit der Chemiker zu verdienen; und überdiefs ist nichts mehr geeignet, die Neugierde zu erregen, als zu sehen, wie ein Salz durch blofse Berührung mit einem Körper, der ihm nichts abtritt und auch nicht das Geringste nimmt, sich mit aufserordentlicher Schnelligkeit in neue Substanzen verwandelt, inmitten welcher das Agens, welches diese so heftigen Perturbationen bewirkt, chemisch passiv bleibt.

Schon kennt man zwei Substanzen, das oxydirte Wasser und den Wasserstoffschwefel, als begabt mit der Eigenschaft, sich durch den Einflufs einer blofsen Wirkung der Gegenwart zu zersetzen. Nicht mit Stillschweigen kann ich eine andere Thatsache übergehen, welche die Nitrosulfate noch mehr dem oxydirten Wasser näher bringen. Es ist die, dafs die Salze, gemengt mit Alkalilösungen, aufhören von denselben Körpern zersetzt zu werden, welche sie so rasch zersetzen, wenn sie in reinem Wasser gelöst sind.

Das stickschwefelsaure Ammoniak enthält ein Atom Wasser. Seine Formel ist $N_2H_6 . SN_2O_4 + H_2O$.

*Stickschwefelsaures Kali.* Es ist weifs, sehr löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol, von schwach bitterem Geschmack, ohne Geruch und ohne Wirkung auf Reagenzpapiere. Es krystallisirt in unregelmäfsigen sechsseitigen Prismen, ähnlich dem Salpeter. Bei 110° bis 115° C. zersetzt es sich nicht und verliert auch nichts an Gewicht; ein wenig darüber, gegen 130° C. wird es

aber zerstört; allein statt in Sulfat und Stickstoffoxydul zu zerfallen, wie das stickschwefelsaure Ammoniak, giebt es Stickstoffoxyd aus und einen Rückstand von schwefligsaurem Kali.

Die schwächsten Säuren dagegen entwickeln Stickstoffoxydulgas daraus.

Platinschwamm, Silberoxyd, schwefelsaures Kupferoxyd und Manganoxydul, Bariumchlorid, essigsaures Blei zersetzen es, dabei neutrales schwefelsaures Kali und Stickstoffoxydul bildend. Diese Reactionen zeigen sich jedoch weit langsamer als beim stickschwefelsauren Ammoniak. Ich habe in allgemeiner Weise gesagt, dafs die Stabilität des stickschwefelsauren Kalis gröfser sey als die des entsprechenden Ammoniaksalzes; sie ist es sogar in dem Grade, dafs man siedendes Wasser als Reinigungsmittel für dieses Salz gebrauchen kann. Man zersetzt dadurch nur eine geringe Menge, und wenn man die aus der Lösung sich absetzenden Krystalle mit sehr kaltem Wasser wäscht, so befreit man sie leicht von dem anhängenden schwefelsauren Kali.

Das Salz ist wasserfrei, besteht aus einem Atom Kali und einem Atom Stickschwefelsäure, gemäfs der Formel $\dot{K}aN_2SO_4$. Durch Analyse wurden daraus erhalten 20 Stickstoffoxydul und 80 schwefelsaures Kali.

Das stickschwefelsaure Natron ist weit löslicher. Es schien mir im Allgemeinen dieselben Eigenschaften wie das Kalisalz zu haben, und da es überdiefs schwierig zu bereiten ist, habe ich kein besonderes Studium von demselben gemacht.

Zum Schlusse dieses Aufsatzes bleibt mir noch übrig zwei Hauptgesichtspunkte zu erörtern, unter welchen man, meiner Meinung nach, die Constitution der Nitrosulfate auffassen kann. Enthalten sie eine eigenthümliche Säure, gebildet aus zwei Atomen Stickstoff, einem Atom Schwefel und vier Atomen Sauerstoff, oder sind es Sulfate, verbunden mit Stickstoffoxydul, das etwa eine Rolle wie

von Krystallisationswasser spielt? Die erste Hypothese scheint mir den Vorzug zu verdienen, und zwar aus folgenden Gründen:

1) Die Nitrosulfate werden nicht von *Barytwasser* gefällt. Wenn Stickstoffoxydul gleichsam als Krystallwasser in diesen Salzen enthalten wäre, würde es wahrscheinlich die Sulfate nicht bis zu dem Grade abändern, dafs sie ihre charakteristische Eigenschaft, die Fällbarkeit durch Baryt, verlieren.

2) Stickschwefelsaures Kali giebt, blofs durch Erwärmung, eine Entwicklung von Stickstoffoxyd und einen Rückstand von schwefligsaurem Kali. Wenig Wahrscheinlichkeit hat es, dafs das Stickstoffoxydul bei einer Temperatur von 140° C. in Stickstoffoxyd übergehen könnte, vor allem, wenn es den ihm fehlenden Sauerstoff von einem so stabilen Salze, wie das schwefelsaure Kali, nehmen müfste. Ueberdiefs hat Erfahrung mich belehrt, dafs Stickstoffoxydul ohne Wirkung auf dieses Salz ist, bei dieser sowohl wie bei höherer Temperatur. Ich füge noch hinzu, dafs, wenn die Wirkung der Wärme auf das stickschwefelsaure Ammoniak an die Präexistenz des Stickstoffoxyduls in diesen Salzen glauben lassen könnte, die ganz abweichenden Producte der Zersetzung des stickschwefelsauren Kalis durch dasselbe Agens, bei derselben Schlufsfolge, zu der Annahme führen mufs, das letztere Salz sey schwefligsaures Kali, vereint mit Stickstoffoxyd.

Ich ziehe es vor, in der Thätigkeit der Wärme eine zerstörende Kraft zu sehen, deren Wirkung veränderlich ist wie die Natur der Substanzen, auf welche sie ausgeübt wird. Die Frage scheint mir durchaus dieselbe zu seyn, wie die bei den salpetrigsauren oder unterschwefligsauren Salzen, aus welchen es auch noch nicht möglich war, salpetrige oder unterschweflige Säure zu ziehen; nur enthält die Stickschwefelsäure, statt zwei Ele-

mente, deren drei, was übrigens auch nicht ohne Beispiel ist in der Chemie [1]).

Ich habe gesucht diese Säure zu isoliren, und sie direct, ohne Einfluſs von Basen, darzustellen; noch bin ich nicht dahin gelangt, allein im Laufe meiner Versuche habe ich Gelegenheit gehabt, eine sonderbare Thatsache zu beobachten, die mit Allem, was man bisher über die Theorie der Schwefelsäure-Bildung geschrieben hat, im Widerspruch steht, die nämlich, daſs Stickstoffoxyd und schweflige Säure Schwefelsäure zu bilden vermögen, ohne daſs Zutritt von Luft oder Sauerstoff dazu nöthig sey. Der Versuch ist leicht zu machen, und ich habe ihn mehrmals gemacht. Zweihundert Maaſs Stickstoffoxyd und hundert Maaſs schwefliger Säure, gemengt und in gewöhnlicher Temperatur einige Stunden lang in einer graduirten Röhre mit einer kleinen Menge ausgekochten Wassers stehen gelassen, verwandeln sich in reine Schwefelsäure und geben dabei 100 Maaſs Stickstoffoxydul zum Rückstand. Das ist das Resultat. Was die Theorie anlangt, so bin ich zu glauben geneigt, daſs sich erst Stickschwefelsäure bildet, und daſs sich diese hierauf in gleicher Weise wie ihre Salze, nur noch mit gröſserer Leichtigkeit, zersetze.

Die Theorie, oder vielmehr die Theorien von der Schwefelsäurebildung, wie man sie bisher aufgestellt, müssen also eine bedeutende Abänderung erleiden, denn es ist unmöglich, daſs sich nicht eine gewisse Menge von Stickstoffoxydul in den Bleikammern bilde. Seit langer Zeit bin ich mit Versuchen über diesen Gegenstand beschäftigt, und ich hoffe bald die Resultate davon mittheilen zu können.

1) In seinem Jahresbericht, No. 16 p. 73 d. O., äuſsert Berzelius, die Stickschwefelsäure lasse sich ansehen als Salpetersäure, bei der das fünfte Atom Sauerstoff durch ein Atom Schwefel ersetzt sey. *P.*

## XX. *Ueber das krystallisirte Kali;* *von Phil. Walter, Dr. phil.*

Bei der Bereitung concentrirter Auflösungen von kaustischem Kali für organische Elementaranalysen erhielt ich eine schöne Krystallisation von Kali. — Man hat schon früher eine Krystallisation beim Kali bemerkt, aber das Kalihydrat, welches dieselbe bildet, — ein Hydrat, das sehr verschieden ist von dem, welches man erhält, wenn Kali bei einer Rothglühhitze einige Zeit hindurch geschmolzen worden ist, — ist nicht genauer untersucht worden, und seine Zusammensetzung ist ganz unbekannt.

Berzelius schreibt, um krystallisirtes Kali zu erhalten, in seinem Lehrbuche vor, eine Auflösung von Kalihydrat abzudampfen, bis dafs sie recht concentrirt sey, und sie in einem verschlossenen Gefäfse an einem kalten Orte lange stehen zu lassen. Nach Thénard kann man das krystallisirte Kali bei der Auflösung von Kali im wäfsrigen Alkohol erhalten. — Ich habe auf 3 bis 4 Pfund geschmolzenes kaustisches Kali erst wenig Wasser gegossen, und nachdem die Temperatur, die durch die Verbindung des Kalis mit dem Wasser entstanden war, sich abgekühlt hatte, gofs ich heifses Wasser in hinreichender Menge nach, um den Rückstand des Kalis aufzulösen. Nach 12 Stunden fand ich, nach Abgiefsung der sehr concentrirten Flüssigkeit, den Boden des Gefäfses mit einer Menge schöner durchsichtiger Krystalle bedeckt.

Um diese aufzubewahren, mufs man sie sehr schnell in einem gläsernen Trichter abtröpfeln lassen, sie dann in ein dicht verschliefsbares Gefäfs bringen, und sie an einem kühlen Orte stehen lassen.

Das krystallisirte Kali, der Luft ausgesetzt, zieht sehr stark die Feuchtigkeit derselben an, und zerfliefst

zu

zu einer Flüssigkeit. Diese leichte Zerfliefsbarkeit macht die Bestimmung der Krystallflächen sehr schwer. Die Krystalle scheinen sehr spitze Rhomboëder zu seyn, bei denen am häufigsten die Kanten durch Flächen ersetzt sind. — Diese Krystalle, unter die Luftpumpe über Schwefelsäure gebracht, werden undurchsichtig und verwittern; diese Thatsache ist bei der grofsen Zerfliefsbarkeit der Krystalle merkwürdig; es ist auch zu bemerken, dafs das krystallisirte Kali bei der Auflösung eine starke Kälte hervorbringt. Diefs ist aber nicht der Fall, wenn man das krystallisirte Kali mit concentrirter Mineralsäure zusammenbringt; vorzüglich bei der Behandlung mit Schwefelsäure entsteht eine bedeutende Wärme, und die Substanz wird aus dem Gefäfse geschleudert. — Bei Salpeter- und Salzsäure ist die Einwirkung weniger stark.

Das krystallisirte Kali löst sich ohne Wärmeentwicklung in einer concentrirten Auflösung von Weinsteinsäure auf; beim Ueberschusse der Säure bilden sich nach einigen Augenblicken Krystalle von saurem weinsteinsauren Kali. Wird das krystallisirte Kali in flüssiges Ammoniak gebracht, so zeigt sich eine interessante Erscheinung; es löst sich, aber langsamer als im Wasser auf, und von dem Kali steigen Gasblasen auf, welche langsam durch die Flüssigkeit dringen und in den oberen Schichten derselben verschwinden, indem sie sich darin auflösen. Diese Blasen bestehen aus Ammoniakgas, welches durch's Kali entbunden wird, das das Wasser aufnimmt. Die Erniedrigung der Temperatur, welche hierbei stattfindet, erklärt das langsame Auflösen und das geringe Brausen.

Der Gang, den ich eingeschlagen habe, um in der Verbindung das Verhältnifs des Kalis und des Wassers zu bestimmen, bestand darin, dafs ich einige Grammen der Krystalle sehr schnell abwog, sie in Wasser löste und die Auflösung mit verdünnter Salzsäure behandelte, worauf das Ganze im Wasserbade abgedampft, und das trockne Chlorkalium einige Zeit in einem verschlossenen

Platintiegel bis zu anfangender Rothglühhitze erhitzt und dann gewogen wurde.

Ich habe zwei Analysen mit zwei, zu verschiedenen Zeiten bereiteten Quantitäten angestellt; da die Resultate beider genau übereinstimmen, so gebe ich nur die Zahlen einer dieser Analysen:

4,065 Grm. krystallisirten Kalis haben 3,207 Grm. Chlorkalium, entsprechend 2,028 Grm. Kali, gegeben; das untersuchte Hydrat ist also zusammengesetzt aus:

| | | |
|---|---|---|
| 2,028 Grm. | Kali oder in Procenten | 49,90 |
| 2,037 - | Wasser - - - | 50,10 |
| 4,065 | | 100,00. |

Diese Zahlen müssen indessen eine kleine Correction erleiden.

Nach Berzelius [1]) besteht das bis zur Rothgluth erhitzte Kalihydrat aus 1 Atom Kali und 1 Atom Wasser, oder aus:

| | |
|---|---|
| 83,95 | Kali |
| 16,05 | Wasser |
| 100,00. | |

Der Sauerstoff im Kali verhält sich zu dem im Wasser wie 1 : 1.

Das krystallisirte Kali scheint mir als aus 1 Atom Kali und 5 Atomen Wasser zusammengesetzt betrachtet werden zu müssen, oder aus:

| | |
|---|---|
| Kali | 51,10 |
| Wasser | 48,90 |
| | 100,00. |

Das Verhältniſs zum Sauerstoff im Kali zu dem des Wassers ist dann 1 : 5.

Der geringe Unterschied, welcher zwischen dem ge-

1) Dessen Lehrbuch der Chemie, übers. von Wöhler, Bd. II S. 301.

fundenen und dem berechneten Resultate stattfindet, rührt offenbar von einer kleinen Menge Wasser her, die sich auf der Oberfläche und zwischen den Krystallen findet; es ist übrigens nicht möglich die Krystalle genau zu wägen, ohne daſs sie nicht während des Wägens Wasser anziehen [1]).

2,462 Grm. krystallisirten Kalis in den luftleeren Raum gebracht, und so oft gewogen, daſs sie nicht mehr am Gewicht abnahmen, verloren 0,527 Grm. Einige Krystalle behielten nach dem Verwittern die Form, andere verloren sie zwar, behielten aber dennoch ein krystallinisches Ansehen bei.

Diese Zahlen zeigen, daſs das im luftleeren Raume getrocknet krystallisirte Kali im Hundert besteht aus:

| | |
|---|---|
| Kali | 78,60 |
| Wasser | 21,40 |
| | 100,00. |

Diese Zahlen entsprechen der Verbindung $2\dot{K}+3\dot{H}$, welche, der Berechnung nach, im Hundert zusammengesetzt ist aus:

| | |
|---|---|
| Kali | 77,71 |
| Wasser | 22,29 |
| | 100,00. |

Das krystallisirte Kali verliert also im luftleeren Raume $3\frac{1}{2}$ At. Wasser [2]).

1) Das angewandte Kali enthielt auſserdem noch eine Spur von Chlorkalium.

2) Ein erhöhtes Interesse bekommt die obige Untersuchung durch den Vergleich mit den Analysen, die Richard Phillips im vorigen Jahre von den krystallisirten Baryt und krystallisirten Strontian angestellt hat.

Aus diesen Analysen geht nämlich hervor (in Bestätigung der älteren von Bucholz. *P.*), daſs die Baryt- und Strontiankrystalle eine andere Zusammensetzung besitzen als die Kalikry-

... ...schaften, 1830, S. 22 und 42.)

---

Ueber die Uebereinstimmung der Krystall... der chemischen Zusammensetzung der Me... welche 2 Proportionen Metall und 3 Prop... Sauerstoff enthalten, und ihrer Verbindunge...

... erwähnte zuerst kurz die schon bekannte glei... lform des Eisenoxyds, Chromoxyds und der T... wie die Uebereinstimmung der Zusammensetz... Krystallform der schwefelsauren Doppelsalze... schwefelsaure Eisenoxyd, Chromoxyd, Man...

...talle, d. h. doppelt so viel Wasser enthalten als letzt... ...rsieht diefs aus folgender Tafel:

| Barytkrystalle. | Gefunden. | Berechnet. | Atome. |
|---|---|---|---|
| Baryt | 47,28 | 46,20 | 1 |
| Wasser | 52,72 | 53,80 | 10 |
| Strontiankrystalle. | | | |
| Strontian | 36,24 | 36,53 | 1 |
| Wasser | 63,76 | 63,47 | 10 |

Der Gang der Analyse war bei den Barytkrystalle... ...er, dafs sie in Wasser aufgelöst, mit Salzsäure gesä... ...it Schwefelsäure niedergeschlagen wurden. Aus dem ...

und die schwefelsaure Thonerde mit dem schwefelsauren Kali und Ammoniak bilden. Aufser den schon von ihm bekannt gemachten isomorphen Doppelsalzen dieser Klasse führte er noch mehrere, bisher noch nicht dargestellte selensaure Doppelsalze an. Als eine neue Zugabe zu dieser Untersuchung beschrieb er weitläufig die Krystallform und die Bestimmung der Zusammensetzung der oxalsauren Doppelsalze dieser Oxyde, von denen das oxalsaure Chromoxyd-Kali durch Turner und Gregory schon bekannt war. Sechs dieser Doppelsalze haben dieselbe Krystallform und die der Form entsprechende Zusammensetzung, nämlich das oxalsaure Chromoxyd-, Thonerde- und Eisenoxyd-Kali, das oxalsaure Chromoxyd-, Thonerde- und Eisenoxyd-Ammoniak. Die anderen Salze, in welchen die zweite Basis Natron ist, sind gleichfalls alle drei nach demselben Verhältnifs zusammengesetzt und haben dieselbe Krystallform; sind aber von den Kali- und Ammoniaksalzen in der Form, wie dieses überhaupt bei den Natronsalzen der Fall ist, und auch was den Wassergehalt anbetrifft, verschieden. Diese Doppelsalze sind so zusammengesetzt, dafs der Sauerstoff beider Basen zusammengenommen sich zum Sauerstoff der Säure wie 1 : 3 verhält, und der Sauerstoff der Basen gleich ist. Die Eisenoxydsalze haben eine grüne Farbe. Am Schlufs erwähnte er der bekannten krystallisirten Mineralien, in welchen Eisenoxyd, Chromoxyd und Thonerde sich als Säuren verhalten, und führte mehrere Versuche an, welche die Verwandtschaft dieser Substanzen zu den Basen beweisen; aus kohlensauren Salzen, z. B. aus dem kohlensauren Natron, wird bei der Rothglühhitze die Säure dadurch ausgetrieben.

dieselben Krystalle zerlegt, und in beiden nur 9 At. Wasser gefunden. Die Barytkrystalle, längere Zeit bis 100° C. erhitzt, lieferten ihm eine Verbindung von 1 At. Baryt mit 2 At. Wasser; geglüht verloren sie noch ein Atom Wasser; die Strontiankrystalle wurden dabei aber ganz wasserfrei. *P.*

2) Ueber die Krystallform und die Zusammensetzung der sauren schwefelsauren, chlorsauren, mangansauren und chromsauren Salze der Alkalien.

Natron sowohl als Kali verbinden sich in zwei Verhältnissen mit der Schwefelsäure zu sauren Salzen, und zwar sind diese Salze, als Verbindungen von Schwefelsäurehydrat mit dem neutralen Salze anzusehen. In gut bestimmbaren Krystallen erhält man das saure schwefelsaure Natron, in welchen die Schwefelsäure im Hydrat eben so viel beträgt, wie die Schwefelsäure im neutralen Salz; ferner das saure schwefelsaure Natron, $\dot{Na}\dddot{S}+\frac{1}{3}\dot{H}\dddot{S}$, in welchem die Schwefelsäure im Hydrat ein Drittel, und das saure schwefelsaure Kali, $\dot{Ka}\dddot{S}+\frac{1}{4}\dot{H}\dddot{S}$, in welchem die Schwefelsäure im Hydrat ein Viertel von der Schwefelsäure im neutralen Salze beträgt. Das Ammoniak verbindet sich mit der Schwefelsäure ($NH^3\dot{H}\dddot{S}+\frac{1}{3}\dot{H}\dddot{S}$), so wie das Kali mit der Mangansäure ($\dot{Ka}\dddot{Mn}+\frac{1}{3}\dot{H}\dddot{Mn}$) nur in einem Verhältnifs zu sauren Salzen, in welchen das neutrale Salz mit dem Hydrat der Säure verbunden ist, und zwar so, dafs das neutrale Salz drei Mal so viel Säure enthält als das Hydrat. Die sauren chromsauren Salze sind dagegen wirkliche Verbindungen der Chromsäure mit der Basis; das bekannte saure chromsaure Kali enthält bei derselben Menge Basis zwei Mal ein anderes saures Salz, welches man, wenn man dieses saure chromsaure Salz in Salpetersäure auflöst, aus der concentrirten Auflösung in Krystallen erhält, drei Mal, so viel Säure als das neutrale Salz. Das saure selensaure Kali $\dot{Ka}\dddot{Se}+\dot{H}\dddot{Se}$ hat dieselbe Form wie das entsprechende saure schwefelsaure Salz. Das saure schwefelsaure Kali hat dieselbe Form wie der Schwefel; geschmolzen hat es eine von dieser durchaus verschiedene Form, welche aber nicht mit der des geschmolzenen Schwefels übereinstimmt. Das saure mangansaure Kali und saure schwefelsaure Ammo-

niak haben dieselbe Form, und eine Zusammensetzung, welche dieser Form entspricht.

## XXII. *Joddarstellung in Schottland.*

Whytelaw in Schottland bereitet das Jod auf folgende Weise im Grofsen. Er wendet dazu Kelp an, welcher an der Westküste Irlands durch Verbrennung von Fucus palmatus gewonnen wird. Der Kelp wird mit siedendem Wasser übergossen, bis man eine gesättigte Lösung erhalten hat. Die geklärte Lösung wird erkalten gelassen, wobei sich viel Chlorkalium absetzt. Sodann wird sie eingedunstet, und das Kochsalz und kohlensaure Natron, welche sich während des Kochens abscheiden, auf gewöhnliche Weise herausgenommen und über dem Kessel abtröpfeln gelassen. Die gebildete Mutterlauge wird in einen offenen Bleikessel abgegossen, und nachdem sie in demselben erkaltet ist, vorsichtig und in kleinen Portionen mit ungefähr einem Achtel ihres Volums an Schwefelsäure vermischt und 24 Stunden lang offen stehen gelassen. Bei dieser Zumischung gehen Kohlensäure und Schwefelwasserstoff davon und gegen das Ende bekommt das Gemisch den Geruch nach schwefliger Säure, welcher indefs späterhin auch aufhört; dann krystallisirt schwefelsaures Natron. Die klare saure Flüssigkeit wird in einen bleiernen Destillationsapparat gethan, dessen Ableitungsrohr in eine Reihe sogenannter Vorstöfse geht, ungefähr solcher, als zum Brennen des Scheidewassers angewandt werden. Der Kessel wird in einem Sandbade ungefähr bis +65° C. erhitzt, dann Braunstein hinzugesetzt, das Ableitungsrohr angekittet, die Temperatur bis etwa 100° C. erhöht, mit Achtsamkeit, dafs sie nicht höher steige. Bei dieser Temperatur geht

Jod allein mit Wasserdünsten fort und sammelt sich in dem vorgelegten Glase. Sollte die Temperatur auf 118° oder 119° C. steigen, so bildet sich Chlorjod, welches bei +100° C. nicht mehr statt hat. Bei dieser Behandlung erfordert die Jodentwicklung nur ein Sechstel oder Achtel der gewöhnlich vorgeschriebenen Menge von Schwefelsäure. Diese Fabrik soll wöchentlich 1500 Unzen Jod bereiten [1]). Die im Destillationsgefäfs zurückbleibende Flüssigkeit wird fortgegossen. Wird sie zum Klären hingestellt und das Klare erkalten gelassen, so setzt sich Jodblei und ein krystallisirtes Doppelsalz von Jodblei und Jodnatrium ab. (Berzelius Jahresbericht, No. 16 p. 80. Aus der Mittheilung eines Reisenden.)

---

## XXIII. *Beobachtungen über das Nordlicht vom 18. October dieses Jahres.*

---

Nach fast sechsjähriger Pause hat das mittlere Europa einmal wieder den prachtvollen Anblick eines wohl ausgebildeten Nordlichts gehabt. Von allen Seiten bringen die Zeitungen kurze und lange Berichte über diefs bei uns immer seltene Schauspiel, und es ist vorauszusehen, dafs die Liste derselben noch lange nicht geschlossen seyn wird. Nach dem was uns bis jetzt darüber zu Gesicht gekommen ist, hat man das Phänomen an folgenden Orten wahrgenommen:

1) Diese grofse Masse geht fast gänzlich nach Frankreich; wozu sie aber dort eigentlich verbraucht wird, ist, selbst den Engländern, ungeachtet mehrfältiger Nachforschung, bisher unbekannt geblieben. *P.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Londonderry | Düsseldorf | Stockholm | Petersburg |
| Rennes | Cölln | Swinemünde | Königsberg |
| Nantes | Aachen | Colberg | Danzig |
| London | Bonn | Berlin | Heiligenbeil |
| Brüssel | Elberfeld | Breslau | Elbing |
| Lüttich | Osnabrück | Inspruck | Warschau |
| Troyes | Wiesbaden | | Lemberg |
| Turin | Carlsruhe | | |
| | Strasburg | | |
| | Basel | | |

Man sieht hieraus, dafs die Sichtbarkeit dieses Nordlichts so ziemlich dieselbe Ausdehnung gehabt hat, wie das vom 7. Januar 1831, welches in diesen Annalen, Bd. XXII S. 434 und 534 ausführlich beschrieben wurde.

Wir haben nicht die Absicht alle Zeitungsberichte wiederzugeben, halten uns aber verpflichtet, einige uns besonders zugekommene und vorzugsweise auf Zuverlässigkeit Anspruch machende Nachrichten hier mitzutheilen.

1) Beobachtungen in Berlin.

Abends um $6^h\ 40'$ sah ein genauer Beobachter hoch am nördlichen Himmel, $\alpha$ des Perseus berührend, einen milchweifsen, hellleuchtenden Bogen, ohne Unterbrechung von Osten nach Westen streichend. Der Bogen hatte etwa 3° Breite, und glich anfangs einem dünnen Wolkenstreif auf klarem Grunde des heiteren Himmels. Die Intensität des Lichts war gegen Osten am stärksten, zog sich aber allmälig gegen Westen. In 10° bis 12° Höhe war trotz des hellen Mondscheines eine schwache Röthe im magnetischen Meridian sichtbar. Um $6^h\ 52'$ erhoben sich plötzlich, ähnliche lichte weifse Säulen aus dem grofsen zuerst genannten Bogen und schossen gegen das Zenit. Die Säulen liefen scheinbar von Osten gegen Westen, das heifst, sie folgten in dieser Richtung, und entstanden in dem östlichen Theile des Bogens zuerst. Bei dem starken Mondlichte zeigten sie auch nur die Farbe

weifser Wolkenstreifen, deren Dauer von wenigen Secunden war. Dann verschwanden bald die Röthe am nordwestlichen Horizont und gegen 7 Uhr der grofse Bogen selbst. Von diesem sah man noch Spuren in Westen, als er in Osten schon ganz unerkennbar war. So lange die Erscheinung dauerte und die Aufmerksamkeit mehrerer Umstehenden von selbst auf sich zog, war unterhalb des Bogens keine Verdunkelung zu bemerken, aber von 6$^h$ 40′ bis 6$^h$ 52′ rückte der Bogen durch die Cassiopeja merklich höher und erreichte fast den Polarstern. Gleich nach Erscheinen der auflodernden Lichtstreifen wurde es trübe und im Süden wolkig. (Von einem genauen Beobachter mitgetheilt.)

---

Unterzeichneter hat gleichfalls um die genannte Zeit einen hellen Lichtflor in der Nähe des magnetischen Meridians bemerkt, und auch ihm schien die Natur desselben nicht zweifelhaft, um so weniger, als er bereits am 29. September ein Nordlicht beobachtete, und es bekannt ist, dafs dergleichen Erscheinungen sich gewöhnlich wiederholen. Das vom 29. September war indefs vorzugsweise ausgezeichnet. Um 11 Uhr 15 Minuten zeigte sich nämlich im NW., in einer Höhe von etwa 15 Grad, ein rother heller Schein, der mehrere Male verschwand, und jedesmal näher gegen Norden wieder aufleuchtete, zuletzt um 11 Uhr 31 Min. in einem Azimuth von etwa N. 10° W. Hierauf bildete sich ein flacher Bogen weifsen Lichtes, dessen Scheitel in dem erwähnten Azimuth sich zu etwa 15 Grad erhob; mehrere gegen das Zenith gerichtete breite Lichtstrahlen gingen von ihm aus. Um 11 Uhr 40 Min. zeigte sich diese Erscheinung in ihrer gröfsten Intensität, 10 Min. später verschwand sie, war aber schon um 11 Uhr 54 Min. wieder sichtbar und erhielt sich dann in abwechselnder Lichtstärke bis 12 Uhr 40 Min. wo das ganze Phänomen aufhörte, auch im Verlaufe der Nacht nicht wieder hervortrat.

Die während der Dauer der Erscheinung beobachteten Schwankungen der Magnetnadel im Gambey'schen Declinatorium waren sehr bedeutend. Von 11 Uhr 15 Min. bis zur vollständigen Ausbildung des Lichtbogens (11 Uhr 40 Min.) wurde die Nadel um 19,8 Min. nach Norden hin abgelenkt, d. h. es folgte die Nordspitze der Magnetnadel dem Nordlichte um diese Gröfse; dann aber kehrte sie langsam nach Westen zurück, und war, um 13 Uhr 15 Min., 22,9 Min. westlicher als bei ihrer gröfsten nördlichen Elongation.

Auch am folgenden Tage machte die Nadel bedeutende Schwingungen bis zum Betrage von 32,4 Min., indefs liefs sich am Abend wegen des ungünstigen Himmels keine ähnliche Erscheinung beobachten; die Vermuthung der Existenz einer solchen wurde indefs durch eine Notiz aus Berun in Oberschlesien bestätigt, wo am 30. Abends, kurz vor 9 Uhr, am nördlichen Himmel eine Lichtsäule bemerkt wurde, die mit einem blitzartigen Glanze aufschofs, in einem der Venus ähnlichen Lichte an 4 Secunden währte, und dann, an beiden Enden allmälig verlöschend, verschwand. Herter.

2) Beobachtungen in Colberg vom Bergrath Senff.

Der gestrige Tag war ein heiterer kühler Herbsttag; die nie bedeckte Sonne vermochte die Luft nicht höher als +12° R. in der ersten Nachmittagsstunde zu erwärmen. Ununterbrochen wehte ein gelinder, gröfstentheils nur Luftzug zu nennender Wind aus SSO.

Abends war der Mond, etwas über ein Viertel gefüllt, bereits hoch am Himmel und in ungewöhnlicher Klarheit, als sich 15 Min. nach 6 Uhr zuerst in NO., und wenige Augenblicke nachher auch in NW. aus dem Horizont eine weifse Lichtmasse erhob, von beiden Seiten ziemlich rasch emporstieg, und sich binnen kurzer Zeit am oberen Himmel so vereinigte, dafs sie einen Lichtgürtel bildete, der oben eine Breite von etwa 10 Graden

haben mochte, in seinen beiden Schenkeln aber nach dem Horizonte zu schmäler auslief. Dieser Lichtgürtel, nirgends unterbrochen, hatte überall nur eine blendendweifse Farbe. Die von ihm bedeckten Sterne waren deutlich zu sehen, obwohl ihr Schein durch ihn geschwächt war. Auf beiden Seiten des Gürtels, besonders in der Nähe des Horizonts, hatte die Luft ein weit tieferes Blau als an den übrigen Stellen des Himmels, wodurch der Lichtstreifen um so glänzender erschien. Er befand sich während seiner ganzen Dauer in stetem gleichmäfsigen Wachsen, Verdichten und Vorschreiten nach Süden, als würde er durch einen ihn verdichtenden Luftzug dorthin getrieben, so dafs um 7 Uhr seine beiden Schenkel gerade in Westen und Osten auf dem Horizonte aufstanden, das Zenith bedeckt war, der Lichtgürtel also den Himmel in zwei ganz gleiche Hälften theilte.

In dieser Zeit strahlte er nicht nur in seinem schönsten Lichte, welches im Zenith dem Lichte der Sterne so nahe kam, dafs die dahinterstehenden fast unsichtbar wurden, sondern es war auch die Structur der Lichtmasse am bestimmtesten zu erkennen, die aus lauter Lichtstreifen oder sehr lang gezogenen Lichtgarben bestand, deren Längenrichtung mit der des Lichtgürtels selbst nicht ganz vollkommen zusammenfiel, sondern eine gröfsere Neigung nach Süden hatte. Am deutlichsten sah man diese Lichtgarben und ihre abweichende Neigung in der Nähe des Horizonts, aus dem sie abwechselnd, deutlich begränzt, heraufstiegen, und darauf in das gleichmäfsigere Licht des Gürtels verschmolzen. Sobald dieser sich über das Zenith hinaus nach Süden auszudehnen anfing, nahm sein intensives Licht nach und nach ab, seine Schenkel erhoben sich vom Horizonte, und die ganze Erscheinung verschwand 10 Minuten nach 7 Uhr als ein leichter, weifser, dem Monde entgegengehauchter Nebelstreif ungefähr 20 Grade südlich vom Zenith.

Der Himmel war darauf ganz heiter; nur der nörd-

liche Horizont hatte einen etwas lichteren Schein als gewöhnlich, der die Aufmerksamkeit fesselte, obgleich von den bei einem Nordlichte in der Regel stattfindenden Lichtstreifen nichts darin zu erblicken war.

Aber nicht immer vergebens liefsen diese auf sich warten. Gegen 9 Uhr 15 Min. erhoben sie sich excentrisch von Norden, verschwanden und stiegen abwechselnd wieder auf, bis kurz vor 10 Uhr, wo das Spiel derselben ganz aufhörte. Sie waren nicht so glänzend hell wie gewöhnlich, sondern nur matten Lichtes; nicht scharf begränzt, in den weifsblauen Grund des Himmels übergehend, nicht constant in Stellung und Gröfse, nie einander gleich, tauchten sie schwachstrahlend aus dem Horizonte auf, um alsbald wieder zu verschwinden, da die Dauer von keinem derselben nach Minuten, sondern nur nach Secunden gezählt werden konnte.

Aber herrlicher, als ich früher jemals an einem Nordlichte gesehen, prangte über ihnen von ein Viertel auf 10 Uhr an eine feurige Bogenwolke, deren immer und überall gleiche Farbe eine Mischung von gleichen Theilen Purpur, Zinnober und Rosenroth, von eben solcher Lebhaftigkeit war, als wie sich eine kaum stundenweit entfernte Feuersbrunst im nächtlichen Dunsthimmel spiegelt. Diese glänzende Feuermasse erreichte bei weitem nicht die Höhe des zwei Stunden früher aufgestiegenen Lichtgürtels, sondern höchstens den 45sten Grad des Himmels, und schien ein Condensator für die weifsen Lichtstreifen zu seyn, die aus Norden zu ihr aufschossen, und, in ihr entladen, verschwanden. Ihre mittlere Breite betrug bis 15 Grade; ihre Längenrichtung war von NON. nach WNW. An beiden Enden ihrer Länge, die bei weitem nicht bis an den Horizont herabreichten, sammelte sich das meisten Lichtfeuer mit am meisten gesättigter Farbe, und erhielt sich auch am längsten, indem drei Viertel auf 10 Uhr die Mitte der Feuermasse nebst den aufschiefsenden Lichtstreifen schon verschwand, als beide Endpunkte

auf $+3^{\circ}\frac{1}{2}$ R. gesunken.

Während der Nacht ist der Himmel ganz
ben, an welchem heute früh die Sonne in vo
orstieg. Die Temperatur war dabei nu
Windesrichtung ist unverändert SSO., al
hat sich der Himmel mit einem gleichmäß
ıen Wolkenschleier überzogen.

Colberg, den 19 October 1836.

Beobachtungen in Königsberg; von Hrn. Pr

Bald nach dem Untergange der Sonne z
tlich von Norden, eine Helligkeit des Himm
man einem Nordlichte zuschreiben konnte,
Mitte etwa in der Richtung des magnetisc
ıs lag, und da einige Tage vorher auch N
hienen waren. Denn die Nordlichter haben
ls ihren Mittelpunkt in *dieser* Richtung, u
ıt ungewöhnlich, dafs sie sich in kurzer Zei
en. Das erste Nordlicht, welches ich in dies
gesehen habe, war am 11. Oct., ein zweites
12. Jenes gehörte zu den schöneren, inden
Strahlen über den Polarstern hinaufstieb;

würdige wissenschaftliche Unternehmung rühmlich auszuführen.

Unser Nordlicht zeigte zunächst einen röthlichen Schimmer, welcher mehrere Theile des nördlichen Himmels bedeckte, aber wenig lebhaft und von kurzer Dauer war. Dann strömte die Gegend um seinen Mittelpunkt herum, häufige Strahlen aus, welche, wie es bei Nordlichtern gewöhnlich ist, in wenigen Augenblicken entstanden, fast bis zu dem Scheitelpunkte aufschossen, wieder verschwanden und durch neue ersetzt wurden. Diese Strahlen sind *geraden* Kometenschweifen durchaus ähnlich; oft drängen sich so viele zusammen, dafs sie an die geraden Bäume eines dichten Tannenwaldes erinnern; ihr Licht pflegt nicht so lebhaft zu seyn, dafs so heller Mondschein, als der des 18. Oct. war, die Schönheit ihres Anblickes und ihrer fortwährenden Aenderungen nicht beeinträchtigen sollte.

Bis hierher war die Erscheinung von der des 11. Oct. und von denen, die sich in diesen Gegenden zu gewissen Zeiten nicht selten zeigen, nicht wesentlich verschieden. Allein um 7¼ Uhr erschienen zwei Strahlen, welche sich sowohl durch ihre Lebhaftigkeit als auch durch die Himmelsgegenden, wo sie sich befanden, auszeichneten. Beide entstanden an entgegengesetzten Punkten des Horizontes, der eine etwa 15 Grad nördlich von Osten, der andere eben so weit südlich von Westen. Sie schossen in Richtungen aufwärts, welche südlich von dem Scheitelpunkte vorbeigingen. Sie hatten die Helligkeit hoher, weifser, durch starkes Mondlicht erleuchteter Strichwolken. Man sah deutlich, dafs die Ausströmung, welche sie erzeugte, kräftig unterhalten wurde, denn ihre Verlängerungen und Verkürzungen waren grofs und schnell. Als diese Strahlen kaum entstanden waren, zeigte sich an dem nördlichen Rande jedes derselben ein Auswuchs; beide Auswüchse verlängerten sich und näherten ihre Enden, so dafs sie bald zusammenstiefsen, und nun einen

Bogen bildeten, welcher beide Strahlen mit einander verband, und dessen höchster Punkt etwa 30 Grad nördlich von dem Scheitelpunkte lag. Dieser Bogen erschien, so wie die Strahlen, von welchen er ausging, in lebhaftem weifsen Lichte, und würde vermuthlich einen noch weit schöneren Anblick gewährt haben, wenn nicht der Mond seinen Glanz geschwächt hätte. Indessen blieb er nicht lange Zeit in seiner anfänglichen Lage: er bewegte sich dem Scheitelpunkte zu, ging dann über ihn hinaus auf die Südseite und kam auf dieser bis zu einer Entfernung von 40 bis 45 Grad, wo er sich nach und nach wieder verlor. Ehe dieses geschah, nahm er auf der Westseite eine unregelmäfsige Krümmung an und zeigte sich sehr auffallend schlangenförmig; auf der Ostseite blieb er bis zu seiner gänzlichen Auflösung regelmäfsig gekrümmt.

Nach der Verschwindung dieses Bogens zeigte das Nordlicht nur noch eine beträchtliche Helligkeit am nördlichen Himmel, welche, trotz des Mondscheins, oft bis zu der Höhe von 30 Graden wahrgenommen werden konnte. Hin und wieder schofs es einzelne blasse Strahlen aufwärts, welche jedoch mit keinen ungewöhnlichen Erscheinungen verbunden waren. Allein um 9½ Uhr wurde sein Ansehen prachtvoll! die Nordhälfte des Himmels bedeckte sich mit einer rothen Farbe, welche so satt wurde, dafs sie nur mit der Farbe des Karmins verglichen werden kann; dabei war ihr Licht so stark, dafs es, trotz des Mondlichtes, sichtbaren Schatten verursachte. Diese Röthe des Himmels ging in Norden nicht bis zu dem Horizonte herab, sondern ein bogenförmiger Raum, dessen Scheitel etwa 30 Grad Höhe haben mochte, blieb ungefärbt.

Ueber diesem freien Raume sah der Himmel aus, als würde er durch einen Vorhang von einem hochrothen, durchsichtigen Stoffe bedeckt. Hinter dem *Vorhange* schossen blendend weifse Strahlen hervor, welche durch ihn

ihn hindurchschimmerten. Einige glänzende Sternschnuppen, welche sich an dem verhängten Theile des Himmels zeigten, vermehrten noch die Pracht und die Abwechslung der Scene.

Etwa nach einer Viertelstunde trennte sich der rothe Vorhang, um den in der Richtung des magnetischen Nordens liegenden Theil des Himmels wieder in seiner gewöhnlichen Farbe erscheinen zu lassen. Der ungefärbte Raum vergröfserte sich nun nach beiden Seiten, und bald war keine rothe Farbe mehr, sondern nur noch einige Helligkeit am nördlichen Horizonte sichtbar.

Zum Schlufs führe ich noch an, dafs, nach Maupertuis, die hochrothe Farbe des Himmels, auch in *Tornea* so selten vorkömmt, dafs allerlei Aberglauben daran geknüpft wird; dafs aber alle anderen Färbungen häufig sind. Es scheint daher, dafs unser Nordlicht, selbst für höhere Breiten, eine ungewöhnliche Erscheinung gewesen seyn würde. Helle Bögen, wie der um 7 ¼ Uhr gesehene, kommen im hohen Norden häufig vor; die an denselben wahrgenommene Bewegung ist dort gleichfalls nichts Ungewöhnliches. Auch bewegen sich häufig mehrere derselben von Norden und von Süden gegen einander, und vereinigen sich in der Gegend des Scheitelpunktes. Da aber mein angeführter vortrefflicher Gewährsmann meint, die Pracht und der Reichthum dieser Erscheinungen gehe über die Kraft *seiner* Beschreibung hinaus, so geht sie gewifs über die der *meinigen*, der ich sie nie gesehen habe. Indessen mag unser Nordlicht uns einen Begriff davon gegeben haben.

### 4) Beobachtungen in Elberfeld von Hrn. Prof. Egen.

Eine in der Nacht vom 18. auf den 19. October stattgehabte Nordlichterscheinung giebt mir Veranlassung, Ihnen nach langer Unterbrechung eine erneuerte Mittheilung für die Annalen zu machen. Die Erscheinung war

merkwürdig genug, um eine öffentliche Bekanntmachung zu rechtfertigen.

Der Abend des 18. Octobers war sehr heiter, kein Wölkchen war über dem Horizont zu sehen. Ich verliefs gegen 6½ Uhr meine Wohnung, und erreichte gegen 6 Uhr 50′ eine Anhöhe in der Nähe der Stadt. Hier erst bemerkte ich gegen Norden einen weifsen Lichtbogen, den ich beim ersten Anblick für einen Mond-Regenbogen hätte halten mögen. Der Mond stand fast im Meridian, und zwar 16¾ Grad über dem Horizonte. Der Scheitel des Lichtbogens stand allerdings dem Monde fast genau gegenüber; aber derselbe reichte bis zum Polarstern aufwärts, so dafs der Bogen als Mond-Regenbogen 68 Grad von der optischen Axe würde entfernt gewesen seyn. Obgleich mir diese Zahlen nicht gleich vorlagen, so sah ich doch mit um so mehr Ueberzeugung bald ein, dafs die Erscheinung keine optische seyn könne, als die Heiterkeit des Himmels nach allen Seiten hin nicht gestattete, an einen benachbarten Regen zu denken. Der Scheitel des Lichtbogens ging mit seiner Mitte sehr nahe unter dem Polarstern hin. Die Enden des Bogens wurden gegen den Horizont zu matter. Der Scheitel veränderte während meiner Beobachtung seine Höhe nicht merklich. Der Bogen hatte eine mittlere Breite von etwa 2 Grad, die jedoch in seiner ganzen Länge sehr merklich ungleich war. Sein Licht war das eines weifslichen Nebels, ohne Farben, ohne Streifen und ohne innere Bewegung. Der Bogen überspannte mehr als ein Drittel des ganzen Horizonts, und das Azimuth seines Scheitels lag jedenfalls nicht weit vom Sterne $\delta$ des kleinen Bären ab. Anfänglich war das Licht des Bogens im Osten am glänzendsten, und er reichte im Westen nicht ganz zum Horizont hinab. Bald nahm aber östlich der Lichtnebel an Glanz ab, und westlich nahm er zu, bis er, von Osten nach Westen fortgehend, in Zeit von ein Paar Minuten verschwand. Unmittelbar darauf schlug es in der Stadt

7 Uhr. Ich sah also die Erscheinung kaum 10 Minuten lang. Es kann aber keinem Zweifel unterworfen seyn dafs sie länger hier sichtbar gewesen ist. Trotz vieler Bemühungen ist es mir nicht gelungen, einen andern Beobachter der Erscheinung hier aufzufinden. Dieselbe mag also allerdings nicht von sehr langer Dauer gewesen seyn, da sie leuchtend genug war, um auch dem minder Aufmerksamen gleich in die Augen zu fallen. Bis 8 Uhr blieb der Himmel ganz heiter, und ich wurde dann abgehalten denselben weiter zu beachten. Kurz vor 9 Uhr wurde mir gemeldet, der nördliche Himmel habe sich seit einer Viertelstunde blutroth gefärbt, und die Röthung sey hoch bis zum Zenith herauf gezogen. Als ich, von der vierten Etage des Realschul-Gebäudes aus, um 9 Uhr des nördlichen Himmels ansichtig wurde, war derselbe noch stark dunkelroth gefärbt. Gegen 30° westlich vom magnetischen Norden, also gegen 50° westlich vom geographischen Norden, stand ein rother Kegel auf dem Horizonte, der anfänglich gegen 20° aufwärts reichte, sich aber immer mehr verkürzte, während sich auch die allgemeine Röthung des Himmels immer mehr zurückzog, bis um 9¼ Uhr die Erscheinung völlig verschwunden war. Später, bis gegen 11 Uhr, habe ich nichts Ungewöhnliches weiter am Himmel bemerkt. Am 19. October Morgens 5½ Uhr bemerkte ein hiesiger langjähriger Beobachter meteorologischer Erscheinungen, im Freien, am heitern bestirnten Himmel einen Lichtbogen, der nach genauer, mir mündlich gemachter Beschreibung dem Lichtbogen vom vorigen Abend völlig gleich war. Derselbe ging von SW. nach NO. beiläufig durch das Zenith, und verschwand bei dem heitern Sonnenaufgang. Es standen nur wenige einzelne Wölkchen am Himmel. Doch schon Vormittags bildete sich eine Wolkendecke und Nachmittags trat ein starker Regen ein. Ein Lehrer sah diesen Lichtbogen in *Hattingen* an der Ruhr (2½ Meilen nördlich von Elberfeld) genau so, wie er hier beobachtet

wurde. Seine azimuthische Lage ist freilich unerwartet, doch aber so von beiden, mir als zuverlässig bekannten, Beobachtern übereinstimmend angegeben worden.

Die Elberfelder Zeitung bringt unter dem 25. October den folgenden Artikel aus *Hannover* vom 19. Oct.:

»Der gestrige Abend bot zwei merkwürdige Phänomene dar. Gegen halb 7 Uhr beobachtete man bei heiterem Himmel einen weifsen Halbkreis, den Mondringen, sogenannten Höfen, ähnlich; nicht aber, wie diese, den Mond umgebend, sondern demselben, wie ein Regenbogen der Sonne, gegenüberstehend. Als dieser weifse Streif zuerst wahrgenommen wurde, befand sich die höchste Stelle des Kreissegments in der Nähe des Polarsterns. Die Mitte desselben war nach Norden gerichtet, und die Schenkel reichten nach Osten und Westen bis zum Horizonte. In der Mitte war dieser Streif von ziemlich gleichmäfsiger Breite; die herabsteigenden Schenkel wichen jedoch von dieser regelmäfsigen Gestalt ab, indem sie stellenweise breiter oder schmaler waren, und in ihrer Richtung gegen den Horizont hin nördlich abwichen. Nach einer Viertelstunde war dieser Streif bedeutend in die Höhe gerückt, und stand dem Anscheine nach ganz im Zenith, indem er, seine Gestalt beibehaltend, jetzt durch die Cassiopeja, den Schwan und nicht weit nördlich von der Vega durchging. Allmälig wurde er matter, verschwand zuerst vom Horizonte aus, und war nach einer halben Stunde kaum mehr zu sehen. Die anfängliche Meinung, dafs das Phänomen, nach der Theorie des Regenbogens, durch Refraction des Mondlichtes in atmosphärischen Dünsten gebildet sey, widerlegte sich theils aus der etwas unregelmäfsigen Gestalt (wobei zu bemerken, dafs keine Wolken am Himmel, und die Sterne durch den Streif ungeschwächt zu sehen waren), theils aus dem schnellen Fortrücken des Streifes gegen das Zenith, denn der Mond sank in dieser kurzen Zeit

nicht so viel, dafs daraus das schnelle Emporsteigen des Phänomens hätte erklärt werden können. Gegen 9 Uhr sah man in Norden, Nordost und Nordwest ein Nordlicht, welches zuerst in der Höhe des grofsen Bären sichtbar, allmälig bis zu derselben Höhe stieg in welcher das vorhin beschriebene Phänomen zuletzt gesehen wurde, und nach halb 10 Uhr allmälig verschwand. Wenn auch die blutrothe Farbe dieser letzteren Erscheinung nicht mit dem, den Nordlichtern gewöhnlichen, Aussehen übereinstimmt, so rechtfertigt doch die Gegend, so wie das strahlenförmige Emporschiefsen des Lichtes die Benennung.«

Nach diesen Beobachtungen kann es keinem Zweifel unterworfen seyn, dafs der Lichtbogen vom 18. October Abends der Nordlicht-Erscheinung angehörte, und auch der Lichtbogen vom 19. Morgens darf mit grofser Wahrscheinlichkeit dem Nordlicht zugerechnet werden. Beide Bogen zogen sich senkrecht über Deutschland hin. Der Bogen vom 18. zeigte eine sehr merkliche Parallaxe für die Beobachtungen in Elberfeld und Hannover. Unzweifelhaft sind diese Bogen an vielen Orten im nördlichen Deutschland beobachtet worden, so dafs die Berechnung ihrer wahren Lage in der Atmosphäre möglich werden wird. Zu diesem Zweck bemerke ich noch, dafs die Elberfelder Beobachtung unter einer Breite von 51° 15',5 und unter einer Länge von 24° 49',6 gemacht wurde.

Die meisten Bestimmungen über die Höhe der Nordlichter, wie sie aus früheren Beobachtungen abgeleitet worden sind, scheinen mir wenig Zutrauen zu verdienen. Für das Nordlicht vom 7. Januar 1831 habe ich in No. 192 der Astronomischen Nachrichten Beobachtungen mitgetheilt, die zu einer genauen Berechnung der Elemente würden geführt haben, wenn in NN. Westlicher Richtung von hier eben so genaue Beobachtungen gemacht worden wären. Leider ist mir bisher nicht bekannt geworden, dafs brauchbare correspondirende Beob-

achtungen seyen angestellt worden. Hätte Sturgeon mit seiner Genauigkeit und verständlichen Beschreibung, statt in Woolwich, in Utrecht beobachtet, so würde es an corsespondirenden Daten für die Berechnung nicht fehlen. Die Berechnung von Christie und Hansteen (Annalen der Physik und Chemie, Bd. XXII S. 473 und 481) scheinen mir sehr viele Zweifel zuzulassen, so wie besonders gegen die bisher angenommene grofse Höhe der Nordlichter (nach den Berechnungen von Mairan, Bergmann, Cavendish, Gilbert etc.) manche Bedenken möchten aufgestellt werden können.

Die Nordlicht-Bogen vom 18. und 19. October werden darum sehr gut sich zu Berechnungen eignen, weil sie als isolirte Erscheinungen nicht zu Verwechslungen Veranlassung geben können, und weil sie über dem nordwestlichen Deutschland senkrecht standen, so dafs wahrscheinlich Beobachtungen von der nördlichen und südlichen Seite gemacht worden seyn. Die ganze Erscheinung hatte viele Aehnlichkeit mit derjenigen, welche am 29. März 1826 an vielen Orten in England beobachtet, und von John Dalton beschrieben und berechnet wurde (*Philosophical Transactions*, 1828, *p.* 291). Dalton fand die Höhe des Bogens zu 100 Miles (21 deutsche Meilen), die Breite zu 8 bis 9 Miles; der Bogen ging durch das Zenith von Kendal und stand senkrecht auf dem magnetischen Meridian der dortigen Gegend. Ich halte diese Berechnungen mit für die zuverlässigsten, die in Beziehung auf das Nordlicht je gemacht worden sind. Die Nordlicht-Erscheinung dieses Monats wird eine eben so zuverlässige Berechnung zulassen, wenn sie nur an mehreren günstig gelegenen Orten, und genau genug, beobachtet worden ist. Vorläufig läfst sich aus den Beobachtungen, die in Hannover und Elberfeld gemacht wurden, nur die Vermuthung rechtfertigen, dafs der Bogen vom 18. October gegen 20 deutsche Meilen hoch gestanden habe. Mit dieser Höhe stimmt eine dritte

unvollständige Beobachtung, die eine halbe Meile südlich von *Bonn* ist gemacht worden; man sah dort den Bogen, gegen $6\frac{1}{2}$ Uhr, in der Nähe vom Stern $\alpha$ im grofsen Bären hingehen, während derselbe zu dieser Zeit in *Hannover* bis zum Polarstern reichte [1]). Durch Einsendung und Sammlung recht vieler Berichte wird der Wissenschaft ein nicht geringer Dienst geleistet werden.

Elberfeld, am 20. October 1836.

## XXIV. *Geographische und physikalische Constanten von Berlin.*

(Aus den Berichten der K. Preufs. Acad. d. Wissenschaften, 1836, S. 64.)

In der Sitzung vom 25. Juli d. J. las Hr. Encke über die verschiedenen Constanten, welche sich auf die geographische Lage von Berlin beziehen, die Werthe der magnetischen Abweichung, Neigung und Intensität, und die mittlere Temperatur und Barometerhöhe, wie sie aus den neusten Beobachtungen sich ergeben.

Die Bestimmung dieser verschiedenen Werthe hat bei einem Orte, wie Berlin, an welchem seit langer Zeit Beobachtungen angestellt sind, nur dann ein erhöhtes Interesse, wenn man der Wahrheit so nahe gekommen ist, dafs die angegebenen Werthe als definitiv innerhalb sehr enger Gränzen angesehen werden können. Die Verschiedenheit der Methoden und Instrumente las-

1) Wenn auch die Berechnungen des Hrn. Prof. Hansteen über die Höhe des am 7. Januar 1831 beobachteten Nordlicht-Bogens nicht allen Zweifel zu beseitigen vermögen; so erhellt doch so viel daraus, dafs diese Höhe nicht sehr von 20 Meilen verschieden seyn könne.

5 ,91 östlicher
lie alte, finden sich folgende Werthe.

1) Polhöhe.

| | | |
|---|---|---|
| 1829 | aus Zenithal-Sternen | 52° 30′ 15″ |
| 1832 | - β Draconis | 15 |
| 1836 | - θ Urs maj. | 16 |

in runder Zahl

52° 30′ 16″,

he durch den zu erwartenden Meridiankre
ig von den Bestimmungen der Declinatic
ie auf andern Sternwarten, noch bestätigt

2) Geographische Länge.

26 aus Sternen im Parallel des Mondes 4
in Zeit östlich von Paris
28 Erste chronometrische Verbindung mit Altona
34 Zweite chron. Verbind. mit Altona
35 Dritte - - - -
letzte Bestimmung, aus 20 Reisen mit 20 c
ichen Dänischen Chronometer durch Hrn. I

ist die Oberfläche des Fundaments, auf welchem der große Refractor steht

148f 0z,9 rheinländ.

über der Ostsee. Das Strafsenpflaster unter dem Thorwege der alten Sternwarte

108f 5z,8 rheinländ.

über der Ostsee bei Swinemünde.

4) Länge des Secundenpendels.

Aus den vortrefflichen Beobachtungen von Bessel im Jahre 1835 ist die Länge des Secundenpendels auf dem Grundstücke der neuen Sternwarte ermittelt zu

440,7354 Pariser Lin.

5) Inclination der Magnetnadel.

Mit dem Gambey'schen Instrument der Academie fand sich die Neigung

1836 März 27 68° 7',4.

Alle Beobachtungen seit 1806, der ersten Bestimmung von Humboldt, werden dargestellt durch

1836 Jan. 0 68° 7' — 3',5 ($t$ — 1836),

wo $t$ die Jahreszahl ist.

6) Declination der Magnetnadel.

Das Pistor'sche Instrument der Academie gab für

1836 März 29 0h 17° 2' 18"

westliche Abweichung. Eine nach Gaufsens Methode aufgehängte Nadel gab im Mittel aus je 9 Tagen

| | | |
|---|---|---|
| Mai | 27 0h | 17° 4' 32" |
| Juni | 5 0h | 3 29 |
| - | 14 0h | 3 5 |

Im Allgemeinen werden die frühereren Erman'schen Bestimmungen damit vereinigt durch

1836 Jan. 0 17° 4' — 3',8 ($t$ — 1836).

h scheinen einige seiner Data nicht sicher g

8) Mittlere Temperatur.

Aus zwölfjährigen Beobachtungen des Hrn.
findet sich die mittlere Temperatur von B
+7°,29 Reaum.,
bei der Gang der monatlichen Temperatur z
scheint, dafs die Reihe von 12 Jahren la
um ein sicheres Resultat zu geben.

9) Mittlere Barometerhöhe.

Für das Strafsenpflaster unter dem Thor
n Sternwarte gaben 10jährige Beobachtungen
fessors Poggendorff, bei 0°,0 Temper
ecksilbers
336‴,21 Par. Linien,
12jährige des Hrn. Dr. Mädler
336‴,28 Par. Linien.
Mittel
336‴,25 Par. Linien,
mit die direct ermittelte Höhe über dem Me
nen mit dem gewöhnlich angenommenen mitt
eterstande an der Meeresfläche nahe harmo

## XXV. *Versuche über den Durchgang der chemischen Strahlen des Sonnenspectrums durch verschiedene Mittel; von Mrs. Sommerville.*

(Aus einem Briefe an Hrn. Arago. — *Compt. rend.* 1836, *T. II* *p.* 473.)

Ich bediente mich zu diesen Versuchen eines vollkommen reinen und weifsen Chlorsilbers, welches Hr. Faraday die Gefälligkeit hatte, für mich zu bereiten. Es war im flüssigen Zustande (d. h. war mit Wasser gemengt, ein Brei. *P.*) und liefs sich sehr gleichförmig auf Papier streichen. Wiewohl diese Substanz sehr empfindlich ist für die Wirkung der chemischen Strahlen, so kann doch, da man keine genauen Mittel zur Messung der durch diese Wirkung erzeugten Farbenveränderung besitzt, eine Ungenauigkeit in den Resultaten entspringen, wenn es sich darum handelt, Farbentöne, die sehr wenig verschieden sind, mit einander zu vergleichen. Allein die Resultate, welche ich hier darbiete sind von denen ausgewählt, welche keinen Zweifel übrig lassen.

Ein sehr blafsgrünes, vollkommen durchsichtiges Glas, von wenigstens $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke liefs keinen chemischen Strahl durch. Unter diesem Glase eine halbe Stunde lang dem stärksten Sonnenschein ausgesetzt, zeigte das Chlorsilber nicht die mindeste Farbenveränderung.

Ich habe diese Versuche mit verschiedenen Gläsern von grüner Farbe, aber verschiedener Nüance und verschiedener Dicke wiederholt, sie aber immer beinahe undurchdringlich für die chemischen Strahlen gefunden, selbst wenn sie weit länger dem Sonnenlicht ausgesetzt wurden. Da schon Hr. Melloni gefunden, dafs Gläser von dieser Farbe die brechbarsten Wärmestrahlen auf-

fangen, so ist man also zu dem Schlufs geführt, dafs diese Gläser die Eigenschaft besitzen, den brechbarsten Theil des Sonnenlichts insgesammt zu absorbiren.

Blättchen von sehr dunklem Glimmer sind auch beinahe undurchdringlich für die chemischen Strahlen; indefs, wenn man sie sehr dünn nimmt und der Temperaturwirkung sehr lange aussetzt, sieht man doch, dafs sie diese Strahlen nicht vollständig auffangen. Auf einem mit Chlorsilber überzogenem Papierquadrat befestigte ich mit weichem Wachs ein nicht über $\frac{1}{30}$ Zoll dickes Blättchen blafsgrünen Glimmers vom Vesuv, und setzte das Ganze einem starken Sonnenschein aus. Als ich hernach das Glimmerblättchen abhob, fand ich, dafs der von ihm bedeckt gewesene Theil des Papiers nichts von seiner Weifse verloren hatte, während alles übrige dunkelbraun geworden war.

Derselbe Versuch wurde nun mit Blättchen von weifsem Glimmer angestellt. Sechs dieser Blättchen, auf einander gelegt, hielten noch nicht die chemischen Strahlen ab, denn schon nach einstündigem Liegen im Sonnenschein war das von ihm bedeckte Chlorsilber braun geworden. Dasselbe Resultat ergab sich mit einem einzigen, aber weit dickerem Blättchen von weifsem Glimmer. Diese Substanz scheint also dem Durchgange der Wärmestrahlen fast keinen Widerstand entgegenzusetzen.

Diese Versuche liefsen mich anfangs glauben, dafs alle grünen Substanzen diese Eigenschaft besäfsen, allein bald erkannte ich, dafs ich mich in der Verallgemeinerung dieser Resultate übereilt hatte; denn als ich einen grofsen Smaragd, von wenigstens 0,35 Zoll Dicke, dessen Grün sehr schön, obwohl nicht sehr dunkel war, denselben Proben aussetzte, liefs er ohne Schwierigkeit die chemischen Strahlen durch. Die Substanz also, welche den Smaragd grün färbt, wirkt nicht auf die chemischen Strahlen, während die Farbstoffe des Glases und des Glimmers es in sehr beträchtlichem Grade thun.

Steinsalz war, wie zu erwarten, im hohen Grade durchdringlich für die chemischen Strahlen. Violettes, mit Mangan gefärbtes Glas, so wie dunkelblaues, wie das der Schalen, in welchen man bei Tische die Finger abwäscht, lassen auch diese Strahlen sehr rasch durch. Das Chlorsilber veränderte sich sehr schnell im Sonnenlicht, ungeachtet es mit einem blauen Glase vom dunkelsten Farbenton und fast einem Viertelzoll Dicke bedeckt war.

Unter den verschiedenen Substanzen, welche ich zu diesen Versuchen genommen, boten mir Steinsalz, weifses, blaues und violettes Glas das Maximum der Durchgänglichkeit für chemische Strahlen dar; wogegen grünes Glas und grüner Glimmer das Minimum zeigten. Andere Körper zeigten diese Eigenschaft in dazwischenliegenden Graden, welche selbst bei fast gleicher Farbe verschieden seyn können. So z. B. läfst dunkelrothes Glas nur sehr wenig chemische Strahlen durch, während der eben so tiefrothe Granat sie fast insgesammt durchläfst. Weifser und blauer Topas, blafsblauer Beryll, Cyanit, Schwerspath, Amethyst und verschiedene andere Substanzen lassen die chemischen Strahlen mit vieler Leichtigkeit durch; allein gelber Beryll läfst sie so gut wie gar nicht durch, und brauner, wie grüner Turmalin besitzen diese Durchdringlichkeit so wenig, dafs mir die angestellten Versuche zur Polarisation der in Rede stehenden Strahlen mifslangen, wiewohl ich glaube, dafs die Sache nicht unmöglich ist, sobald man dünnere Platten anwendet als ich anwenden konnte. Uebrigens habe ich mir vorgesetzt diese Versuche zu wiederholen [1]).

1) So neu und dankenswerth die Resultate der Verfasserin in Betreff der Verschiedenartigkeit des von gleichgefärbten, aber chemisch verschiedenen Substanzen durchgelassenen Lichts auch sind, so darf doch wohl nicht unerwähnt bleiben, dafs Alles, was von den farbigen Gläsern gesagt ist und mehr noch, bereits vom verewigten Seebeck beobachtet worden ist (Göthe's Farbenlehre (1810) Bd. II S. 720.). *P.*

## XXVI. *Ueber den magnetischen Einfluſs des vom Prof. Feldt zu Braunsberg in Ost-Preuſsen am 7ten Februar* 1835 *beobachteten Nordlichts.*

Die schöne Erscheinung dieses Nordlichts ist in diesen Annalen, Bd. XXXV S. 378, beschrieben. Es hat eine neue Bestätigung des von Arago zuerst aufgestellten Satzes: daſs Nordlichter auch da einwirken, wo sie nicht gesehen werden, gegeben. Hr. Professor Feldt schreibt unter dem 3. October an Hrn. Alexander v. Humboldt: »Der 7. Februar ist der Tag von dem Hofrath Gauſs in den Schumacher'schen astron. Nachrichten, No. 276 S. 188, über die Variationen der Magnetnadel zu Göttingen folgendes anführt: *Die stärksten Bewegungen, die mir bisher vorgekommen sind, fanden statt am* 7. *Febr. d. J., wo den ganzen Tag die Nadel überaus unruhig war. Ich beobachtete Bewegungen von* 17 *Skalentheilen oder* 6 *Bogenminuten in einer Zeitminute!* Zu derselben Zeit von $6^h$ 26' an, Abends, schossen über dem Horizont zu Braunsberg herrlich leuchtende Nordlichtstrahlen empor. Auch zu Angerburg und Pillkallen ward das leuchtende Phänomen beobachtet.«

## XXVII. *Nachtrag zum Aufsatz über den Versteinerungsproceſs; von H. R. Göppert.*

»Man kann sich von der Existenz dieses Skeletts [1]) bei jeder Pflanze sehr leicht überzeugen, wenn man sie bei einem gewöhnlichen Licht verbrennt und dann die Asche höchst vorsichtig unter das Mikroskop bringt. *Leicht*

1) S. Bd. XXXVIII S. 562.

*wird dann vor dem Zerfallen mehr oder minder deutlich die ehemalige Structur des Vegetabils erkannt.* Bei verkohlten sehr dünnen Durchschnitten ist diefs ebenfalls möglich. So sieht man z. B. bei Taxus die bekanntlich hier so sehr kleinen Spiralgefäfse in diesem Zustande, was ich zu jeder Zeit zu zeigen bereit bin. Es geht hieraus wohl klar hervor, dafs es nur an der Unvollkommenheit der Zubereitung liegt, wenn man nicht in jeder anderen Kohle, namentlich Steinkohle, die Structur sieht, worüber ich bald ausführlichere Mittheilungen machen werde.«

An der Stelle, wo von der Verwandlung in Chalcedon die Rede ist (a. a. O. S. 573), ist beizufügen:

»*Auch gelang es mir auf ähnliche Weise, indem ich Pflanzen in Kieselfluorwasserstoffsäure legte, nach einiger Zeit einen Ueberzug von Chalcedon zu erhalten, der vollkommen hell und durchsichtig, ähnlich dem Hyalith, war.* Ich machte diese Beobachtungen bereits in der Mitte Augusts, und zeigte sie damals mehreren meiner Freunde.«

---

## XXVIII. *Notizen.*

---

1) *Schaden durch eine Feuerkugel und Preisfrage dieserhalb.* — In der *Allgemeinen Zeitung* las man kürzlich Folgendes: Den 18. Sept. d. J. Vormittags 10 Uhr zerplatzte eine aus der Luft gefallene Feuerkugel auf dem Glockenthurme der Kirche von Monte Oliveto [1]), brach das grofse Gesimse derselben ab, rifs das darauf befindliche, 300 Pfund schwere eiserne Kreuz heraus und warf es auf ein nahe liegendes Feld nieder. Nach der Zerplatzung theilte sich die Kugel in mehrere andere Feuerkugeln, die dann in das Innere der Kirche und des Klosters eindrangen. Man kennt den Schaden noch nicht

1) Zu Florenz.

bestimmt, welchen diese aus der Luft gefallene fürchterliche Erscheinung verursachte, leider erfährt man aber, dafs mehrere Klostermitglieder dadurch Verletzungen erlitten.«

Unglücksfälle, wie dieser, durch Feuerkugeln oder Aerolithen angerichtet, gehören, obgleich noch erst das letztverflossene Jahr einen solchen aufzuweisen hatte (siehe Ann. Bd. XXXVI S. 562), im Ganzen zu den Seltenheiten. Es verdient daher wohl ermittelt zu werden, ob die obige Nachricht gegründet sey, ob nämlich das beschriebene Ereignifs wirklich stattgefunden habe, und ob es durch eine eigentliche Feuerkugel, nicht etwa blofs durch einen Blitz, herbeigeführt worden. — Professor Benzenberg *in Düsseldorf ist erbötig, Demjenigen, der hierüber authentische Auskunft geben kann, ein Exemplar seiner letzten Schrift über die Sternschnuppen als Belohnung zu übersenden!*

2) *Dispersion der Gase.* — Auf Veranlassung des neuerlich von Hrn. Cauchy ausgesprochenen Zweifels an der Dispersion der Gase entgegnet Hr. Arago (*Compt. rend.* 1836, *II. p.* 459), dafs diese Eigenschaft bereits von Bouguer (1748), Lemonnier (1761), Dollond (1779), Herschel (1783, 1785, 1805), Lindenau (1812), Stephan Lee (1815) in der Atmosphäre beobachtet, und von ihm selbst an Dämpfen durch Versuche, die in den *Ann. de chim. et de phys. T. I p.* 5, beschrieben worden, aufser Zweifel gesetzt worden sey. — Am letztgenannten Orte wird nun freilich gesagt, dafs es durch ein besonderes Verfahren gelungen sey, die *kaum wahrnehmbare* Dispersion der Dämpfe zu messen; allein es scheint nicht, als sey je über die Resultate dieser Messungen und über die dabei angewandten Methoden irgend etwas Detaillirtes bekannt gemacht worden.

1836. ANNALEN №. 10.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIX.

## I. *Untersuchungen über die Variationen der magnetischen Intensität in St. Petersburg; von A. T. Kupffer.*

(Auszug aus einer in der Academie der Wissenschaften vorgelesenen Abhandlung.)

Wir besitzen bereits mehrere Reihen von Beobachtungen über die täglichen und monatlichen Variationen der magnetischen Intensität in horizontaler Richtung; aber noch Niemand hat, so viel ich weifs, in mittleren Breiten die Aenderungen, die die Resultante der magnetischen Kraft der Erde selbst in ihrer Intensität erleidet, direct beobachtet. Es ist klar, dafs die mit der horizontalen Nadel angestellten Beobachtungen nicht die Intensität selbst geben, sondern das Product der Intensität in den Cosinus der Neigung; so dafs die Aenderungen der Neigung zugleich bekannt seyn müfsten, wenn man aus diesen Beobachtungen auf die Aenderungen der Intensität schliefsen wollte.

Diese Betrachtungen haben mich bewogen, eine Reihe von Beobachtungen über die täglichen Aenderungen der Intensität mit meiner Bussole für die Aenderungen der Neigung anzustellen. Man wird sich aus der Beschreibung dieser Bussole, die ich in meiner Abhandlung über die täglichen Aenderungen der Neigung gegeben habe [1]), erinnern, dafs die Nadel dieser Bussole eine Neigungsnadel ist, deren Axe von einem Messer gebildet wird, welches mit seiner Schärfe auf zwei Agatplatten ruht; die Enden der Nadel (welche etwa ein halbes Meter lang ist) tragen kleine Ringe, in denen Fäden in der Fortsetzung der magnetischen Axe der Nadel ausgespannt

1) Annalen, Bd. XXV S. 193.

sind; auf diese Fäden sind feststehende horizontale Mikrometermikroskope gerichtet, so dafs man die geringsten Aenderungen in der Neigung der Nadel beobachten und genau messen kann. Es ist leicht, die Schwingungsdauer dieser Neigungsnadel zu beobachten; diefs kann mit grofser Genauigkeit geschehen, weil die Nadel sehr lange schwingt, wie man aus den folgenden Beobachtungen sehen wird.

Damit die Nadel durch den Einflufs der Temperatur nichts von ihrer magnetischen Kraft verlieren könne, wurde sie erst wiederholt einer höheren Temperatur (von 40° R. beiläufig) ausgesetzt, bis sie nichts mehr von ihrer Intensität verlor. Dann wurde sie bis —25° R. erkältet; denn ich habe mich durch sorgfältige und vielfältige Versuche überzeugt, dafs Magnete auch durch Erkaltung etwas von ihrer Kraft verlieren. Nach diesen vorläufigen Operationen stellte ich die Nadel in meinem kleinen magnetischen Observatorium auf eine von einem besonderen Fundament getragene aufgemauerte Säule in den magnetischen Meridian, beobachtete die Dauer von 200 Doppelschwingungen, und wiederholte diese Beobachtung, nachdem ich die Bussole herausgetragen hatte, bei einer Kälte von mehreren Graden; diese Versuche zeigten mir an, um wie viel sich die Schwingungsdauer der Nadel änderte, wenn die Temperatur zu- oder abnahm. Bei allen diesen Beobachtungen ist es nothwendig, immer mit derselben Amplitude anzufangen, weil die Schwingungsdauer bei gröfserer Amplitude etwas gröfser ist als bei kleinerer. Um diefs mit Sicherheit thun zu können, wurde folgende Vorrichtung gebraucht:

Da das Anbringen eines Gradbogens hinter dem Ende der Nadel mifslich ist, nicht nur wegen der nicht zu vermeidenden Parallaxe, sondern auch, weil er das Tageslicht, welches von hinten kommt, abhält, so stellte ich den Gradbogen einige Zolle hinter das obere Ende der Nadel hin, ganz aufserhalb des Kastens; man wird

sich erinnern, dafs der Kasten sowohl vorn als hinten Glasfenster hat, so dafs man ganz hindurchsehen kann. Zwischen Gradbogen und Nadel wurde eine Glaslinse fixirt, so dafs das im Brennpunkt der Linse sich zeichnende umgekehrte Bild des Gradbogens gerade auf das Ende der Nadel fiel. Auf diese Art wurde alle Parallaxe vermieden, und nichts hinderte die Nadel in ihren Bewegungen. Die Anfangs-Elongation betrug in allen nachstehenden Beobachtungen ungefähr 4° [1]). Das Thermometer, welches die Temperatur der Nadel anzeigen sollte, war in dem Kasten selbst angebracht, so dafs dessen Kugel sich in der Nähe des Mittelpunkts der Nadel befand, derjenige Theil der Skale aber, an dem abgelesen werden konnte, aus der oberen Wand des Kastens hervorragte, so dafs man also ablesen konnte, ohne den Kasten zu öffnen.

Die Beobachtungen selbst wurden so angestellt: Erst wurde das Fadenkreuz des Mikroskops auf den Faden der Nadel eingestellt, dann näherte ich der Nadel ein Stück weiches Eisen, wodurch sie in Schwingungen gerieth; ich wartete so lange, bis die Schwingungen die nöthige Elongation hatten. Dann beobachtete ich den Durchgang der Nadel durch das Fadenkreuz des Mikroskops, wenn sie sich von rechts nach links bewegte; diesen ersten Durchgang nenne ich die 0te Schwingung. Hierauf lasse ich vier Durchgänge von rechts nach links (die von links nach rechts wurden nicht beobachtet) unbeachtet vorbeigehen, und beobachtete wieder den 5. Durchgang, dann den 10., den 15., den 20., die folgenden Schwingungen wurden nur gezählt, erst der 200. Durchgang wurde wieder beobachtet, ferner der 205.,

1) Ich sage *ungefähr* 4 Grad, weil ich statt eines eigentlichen Gradbogens blofs einige auf weifses Papier gezogene Theilstriche hinstellte, deren Werth in Graden und Minuten ich nicht genau kenne. Es wurde übrigens immer *genau* mit derselben Elongation angefangen.

210., 215., 220. Da bei den letzten Schwingungen sich zuweilen die Neigung geändert hatte, so dafs die Mikroskopfäden die Schwingungen nicht mehr in zwei gleiche Hälften theilten, so wurde nach jedem Durchgang von rechts nach links auch einer von links nach rechts beobachtet, um den Fehler, der aus diesem Umstande entsteht, verbessern zu können. In den folgenden Beobachtungen ist dieser Fehler, der bis zu einer halben Secunde steigen kann, schon verbessert. Für die Bestimmung des Einflusses der Temperatur auf die Intensität der Nadel wurde eine geringere Anzahl von Schwingungen beobachtet.

I. Beobachtung zur Bestimmung des Einflusses der Wärme auf die Intensität der Nadel.

Am 26. Januar 1830 gegen Mittag wurde die Bussole auf die steinerne Treppe des magnetischen Observatoriums gestellt, und die Dauer von 120 Doppelschwingungen beobachtet.

Erste Reihe.

| Schwing. | | | Temper. | Schwing. | | | Temper. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0te | 3' | 10",2 | —6°,9 R. | 30ste | 9' | 6",0 | |
| 10te | 5 | 9,0 | | 60ste | 15 | 1,0 | |
| 20ste | 7 | 7,6 | | 120ste | 16 | 50,0 | —7°,0 |

Zweite Reihe.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0te | 36' | 6",4 | —7°,0 R. | 25ste | 41' | 2",8 | |
| 10te | 38 | 5,0 | | 30ste | 42 | 2,0 | |
| 15te | 39 | 4,4 | | 60ste | 47 | 57,6 | |
| 20ste | 40 | 3,6 | | 120ste | 59 | 46,8 | —6°,7 R. |

Dritte Reihe.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0te | 14' | 14",2 | —6°,9 R. | 60ste | 26' | 5",4 | |
| 5te | 15 | 3,6 | | 65ste | 27 | 4,7 | |
| 10te | 16 | 12,8 | | 70ste | 28 | 3,8 | |
| 15te | 17 | 12,1 | | 120ste | 37 | 54,4 | —7°,1 R. |
| 20ste | 18 | 11,4 | | | | | |

Die Bussole wurde nun in das magnetische Observatorium gebracht, welches im Winter geheizt wird.

Erste Reihe.

| Schwing. | | Temper. | Schwing. | | Temper. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0te | 6' 25",0 | +13°,5 R. | 25ste | 11' 23",2 | |
| 5te | 7 24,4 | | 30ste | 12 22,8 | |
| 10te | 8 24,2 | | 60ste | 18 20,4 | |
| 15te | 9 23,8 | | 120ste | 30 15,8 | +13°,6 R. |
| 20ste | 10 13,4 | | | | |

Zweite Reihe.

| Schwing. | | Temper. | Schwing. | | Temper. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0te | 39' 3",8 | +13°,6 | 20ste | 43' 2",4 | |
| 5te | 40 3,4 | | 80ste | 55 0,4 | |
| 10te | 41 3,2 | | 120ste | 62 55,4 | +13°,55 |
| 15te | 42 2,8 | | | | |

Dritte Reihe.

| Schwing. | | Temper. | Schwing. | | Temper. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0te | 14' 47",4 | +13°,45 | 20ste | 18' 46",0 | |
| 5te | 15 47,4 | | 60ste | 26 42,8 | |
| 10te | 16 46,7 | | 120ste | 38 37,9 | +13°,25 |
| 15te | 17 46,4 | | | | |

Die auf der Treppe des magnetischen Observatoriums angestellten Beobachtungen gaben:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Erste Reihe | 120 Schwing. | in 23' 39",8 | bei | —6°,95 R. |
| Zweite Reihe | 120 - | - 23 40,4 | - | —6,85 |
| Dritte Reihe | 120 - | - 23 40,2 | - | —7,00 |
| Mittel | 120 Schwing. | in 23' 40",13 | bei | —6°,93 R. |

Die im magnetischen Observatorium selbst angestellten Beobachtungen gaben:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Erste Reihe | 120 Schw. | in 23' 50",8 | bei | +13°,55 R. |
| Zweite Reihe | 120 - | - 23 51,6 | - | +13,58 |
| Dritte Reihe | 120 - | - 23 50,5 | - | +13,35 |
| Mittel | 120 Schw. | - 23 50,96 | bei | +13,46 R. |

rien zu geben. Hier sind ihre Resultate:

1) Die Schwingungsdauer der Nadel wurde
gnetischen Observatorium beobachtet, dann
l dann wieder im Observatorium.

Die ersten Beobachtungen gaben:

120 Schwingungen in 23′ 49″,6 bei + 14°,5

Die dritten gaben:

120 Schwingungen in 23′ 43″,6 bei + 11°,1

Man sieht, dafs sich die magnetische Inten
le in der Zwischenzeit, die zwischen der ers
tten Reihe von Beobachtungen verflossen ist (
nden), ein wenig geändert hat; denn die Tem
schiedenheit von 3°,4, die zwischen beiden B
gen stattgefunden hat, ist nicht grofs genug,
die Abnahme der Schwingungsdauer zu erklä

Das Mittel aus diesen beiden Beobachtunger

120 Schwingungen in 23′ 46″,3 bei + 12°,8

Die Beobachtungen, die aufserhalb des magn
servatoriums zwischen den beiden andern an
rden, gaben:

ste Reihe 120 Schwing. in 23′ 35″,8 bei — 7
eite Reihe 120 - - 23 37 ,6 - —

2) Im magnetischen Observatorium: Jede Beobachtung ist ein Mittel aus zwei Reihen von Beobachtungen.

120 Schwingungen in 23′ 46″,7 bei + 14°,15 R.

120 - - - 23 28 ,2 - — 19 ,38

Hieraus findet man für 200 Schwingungen eine Zunahme von 0″,92 für jeden Octogesimalgrad.

Nimmt man das Mittel aus den drei Werthen, die wir gefunden haben, so erhält man 0″,859 Zunahme in der Dauer von 200 Schwingungen für jeden Octogesimalgrad.

II. Beobachtungen über die täglichen Veränderungen der magnetischen Intensität der Erde.

Die Bussole wurde in meiner Wohnung auf eine auf dem Fundament des Hauses stehende Säule gestellt, und täglich die Dauer von 200 Schwingungen auf die schon oben beschriebene Weise beobachtet. Ich setze hier eine vollständige Beobachtung her, damit man sehe, wie die Mittel genommen worden sind.

| Durchgang des Fadens am Ende der Nadel durch das Fadenkreuz des Mikroskops von rechts nach links. | | | Mittel aus den Ablesungen an d. beid. Mikroskop. | Temperatur R. |
|---|---|---|---|---|
| 0ter | Durchgang | 8h 55′ 43″,2 | 3,48 | 11° |
| 5ter | - | 56 43 ,6 | | |
| 10ter | - | 57 44 ,2 | | |
| 15ter | - | 58 44 ,6 | | |
| 20ster | - | 59 45 ,2 | | |
| 200ster | Durchgang | 9h 35′ 56″,6 | | |
| 205ter | - | 36 56 ,8 | | |
| 210ter | - | 37 57 ,0 | | |
| 215ter | - | 38 57 ,2 | | |
| 220ster | - | 39 57 ,4 | 3,48 | 11° |

Die Anfangs-Elongation (oder halbe Amplitude) war in allen Beobachtungen genau dieselbe, und betrug ungefähr 4°; die End-Elongation schwankte zwischen 9 und

$$\left.\begin{array}{l} 40\ \ 13,2 \\ 40\ \ 12,8 \\ 40\ \ 12,6 \\ 40\ \ 12,2 \end{array}\right\}\ \text{Mittel}\ \ 40'\ 12'',8.$$

. Man sieht, dafs die Dauer von 200 Schw
enn man vom 0ten Durchgang zu zählen anfä
er ist, als wenn man vom 20sten Durchgang
efs kommt daher, weil die Dauer der ersten
ngen bedeutend gröfser ist, als die der letzte
nzelne Beobachtung ist etwa auf 0'',2 sicher;
. kann also gewifs nicht mehr als um 0'',1
yn.

Ehe wir zu den Beobachtungen selbst geh
n wir noch einige Betrachtungen über diesen
and anstellen.

Es sey $\alpha$ die magnetische Neigung, $\theta$ die
r Nadel, deren Schwingungsdauer beobachtet
e Dauer von 200 unendlich kleinen Schwingun
eine Constante, so ist, wie schon in meiner v
nden Abhandlung steht:

$$v = \sqrt{\frac{k \sin \theta}{r \sin \alpha - t \sin \nu}}.$$

$$\cot\theta = \frac{r\cos\alpha\cos w + t\cos\gamma}{r\sin\alpha - t\sin\gamma},$$

woraus man findet:

$$\sin\theta = \frac{r\sin\alpha - t\sin\gamma}{\sqrt{(r\sin\alpha - t\sin\gamma)^2 + (r\cos\alpha\cos w + t\cos\gamma)^2}}.$$

Wenn man diesen Werth von $\sin\theta$ in der vorigen Formel substituirt und $k=1$ macht, welches erlaubt ist, da der Werth von $k$ hier als vollkommen constant angesehen wird, so findet man:

$$v^2 = \frac{1}{\sqrt{(r\sin\alpha - t\sin\gamma)^2 + (r\cos\alpha\cos w + t\cos\gamma)^2}} \ldots (A)$$

wenn die Nadel in einer Verticalebene schwingt, die den Winkel $\omega$ mit der Ebene des magnetischen Meridians macht, oder:

$$v^2 = \frac{1}{\sqrt{(r\sin\alpha - t\sin\gamma)^2 + (r\cos\alpha + t\cos\gamma)^2}} \ldots (B)$$

wenn die Nadel in der Ebene des magnetischen Meridians selbst oscillirt.

Wir wollen erst $t=0$ machen, oder annehmen, dafs der Schwerpunkt der Nadel mit ihrem Drehungspunkt zusammenfällt; alsdann bekommt die Gleichung $(A)$ folgende Gestalt:

$$v^2 = \frac{1}{r} \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2\alpha + \cos^2\alpha\cos^2 w}}.$$

Es sey jetzt $v'$ die Dauer von 200 unendlich kleinen Schwingungen im magnetischen Meridiane, so haben wir:

$$v'^2 = \frac{1}{r}.$$

Die obige Gleichung wird also:

$$v^2 = v'^2 \frac{1}{\sqrt{\sin^2\alpha + \cos^2\alpha\cos^2 w}}.$$

Wenn man nach dieser Formel rechnet, indem man $\alpha = 71^\circ$, $v' = 2400''$ und $w = 1^\circ$ macht, so findet man, dafs der Werth von $v$ nur um $0'',1$ ungefähr von dem

...nung keinen bemerkbaren Einfluſs auf di... ...gsdauer einer Nadel hat, die immer in ders... ...n magnetischen Meridian wenig entfernten ...ene schwingt.

Um das Verhältniſs zu finden, welches zwi... ...ensität der magnetischen Kräfte der Erde ...wingungsdauer einer unvollkommen äquilibr... ...stattfindet, wollen wir erst $\varrho$ für $\frac{1}{\varrho^2}$ setz... ...en alsdann:

$$\varrho = \sqrt{(r\sin\alpha - t\sin\gamma)^2 + (r\cos\alpha + t\cos\gamma ...}$$

...er:

$$\varrho = \sqrt{r^2 + t^2 + 2tr\cos(\gamma + \alpha)}.$$

Wenn man diese Gleichung in Bezug auf ...ferentiirt, so erhält man:

$$\frac{d\varrho}{dr} = \frac{r + t\cos(\gamma + \alpha)}{\sqrt{r^2 + t^2 + 2tr\cos(\gamma + \alpha)}}$$

...der Werth von $t$ immer sehr klein ist, so ...r $t^2 = 0$ setzen, und erhalten dann:

$$\frac{d\varrho}{dr} = \frac{r + t\cos(\gamma + \alpha)}{\sqrt{r^2 + 2tr\cos(\gamma + \alpha)}}$$

$1 + \frac{t}{\ldots}\cos(\ldots)$

die der Gleichheit der Variationen von $\varrho$ und $r$ ungünstigste Voraussetzung diejenige ist, dafs $\gamma = \alpha$ sey. Wenn man diese Werthe in der obigen Formel substituirt, so erhält man:

$$\frac{d\varrho}{dr} = 1,0016.$$

Man sieht also, dafs die Variationen der Schwingungsdauer einer unvollkommen äquilibrirten Nadel dennoch ein sehr genaues Maafs für die Variationen der Intensität der magnetischen Kraft der Erde abgeben.

Es ist eben so leicht zu beweisen, dafs eine sehr kleine Aenderung der Neigung nur einen sehr geringen Einflufs auf den Werth von $\varrho$ ausübt. In der That, wenn man in der Gleichung:

$$\frac{\varrho}{r} = \sqrt{1 + 2\frac{t}{r} \cdot \cos(\gamma + \alpha)}$$

$\frac{t}{r} = -0,054$ macht, und überdiefs $\gamma + \alpha = 90°$ setzt, weil für diesen Werth von $\gamma$ die Aenderungen, die das zweite Glied der Gleichung durch eine Aenderung von $\alpha$ erleidet, am gröfsten ist, so haben wir erstlich,

$$\frac{\varrho}{r} = 1.$$

Nun wollen wir annehmen, dafs $\alpha$ sich um 20′ geändert habe, oder dafs $\alpha + \gamma = 20'$, und wir werden haben:

$$\frac{\varrho'}{r} = 1,0003.$$

Wenn man die Nadel 2400″ lang schwingen läfst, so wird man finden, dafs diese Dauer sich nur um 0″,3 ändert, wenn $\varrho$, der Einheit gleich gesetzt, eine Zunahme von 0,0003 erleidet. Es ist aber bekannt, dafs die täglichen Variationen der Neigung in St. Petersburg nie über 10′ hinausgehen, und dafs die monatlichen Variationen noch geringer sind.

Wir wollen jetzt den Fall betrachten, wo die Werthe von $t$ und $\gamma$ sich zugleich ändern. Um den Einflufs

$$\sqrt{r^2+2tr\cos(\gamma+\alpha)}$$

er:

$$d\varrho=\frac{r\cos(\gamma+\alpha)dt-rt\sin(\gamma+\alpha)d}{\varrho}$$

ıs dieser Gleichung folgt:

1) Dafs eine kleine Aenderung in den We
und $\gamma$ eine desto gröfsere Aenderung in den
n $\varrho$ herbeiführt, je kleiner $\varrho$ ist. Man mufs
r eine recht stark magnetisirte Nadel anwen
ıders da, wo die magnetische Kraft der E
ır grofs ist, wie am Aequator.

2) Im ungünstigsten Fall, welcher statt h
$+\gamma=0$, haben wir:

$$\frac{d\varrho}{dt}=\frac{r}{\varrho}.$$

ıd da der Werth von $\frac{r}{\varrho}$ sich nie sehr von de
fernt, so folgt daraus, dafs in diesem Fall di
nen von $\varrho$ den Variationen von $t$ nahe gle
n haben wir aber aus dem Vorgehenden ersel
Werth von $t$ sich von Null bis $-0{,}05\,r$ ände
enn also zwei Beobachtungen, die mehrere
einander sind, so dafs sich die Werthe vo

sind die Aenderungen der Werthe von $\gamma$ und $t$ immer mit Aenderungen des Werthes von $\theta$ oder der beobachteten Neigung verbunden, so daſs man immer weiſs, ob sich $\gamma$ und $t$ geändert haben können oder nicht; denn ob sich die beobachtete Neigung in Folge einer Aenderung der Werthe von $\gamma$ und $t$ oder in Folge einer Aenderung der magnetischen Neigung des Orts ($\alpha$) geändert habe, ist leicht zu beurtheilen, wenn man von Zeit zu Zeit die Neigung mit einer gewöhnlichen Neigungsbussole direct bestimmt, und die Aenderungen, die die magnetische Neigung des Ortes oder der Werth von $\alpha$ erlitten hat, mit den Aenderungen von $\theta$, wie die Bussole für die Variationen der Neigung sie angiebt, vergleicht. Man sieht also, daſs man aus den nachstehenden Beobachtungen nicht mit Sicherheit auf die *jährlichen* Aenderungen der magnetischen Kraft der Erde schlieſsen kann; die täglichen aber sind durchaus keinem Zweifel unterworfen, da sich der Werth von $t$ und $\gamma$ in einem Tage oder selbst in einigen Wochen unmöglich ändern kann [1]). Ueberdieſs sind diese täglichen Aenderungen, wie wir gleich sehen werden, periodisch; und eine periodische Aenderung in den Werthen von $\gamma$ und $t$ anzunehmen, ist vollends unmöglich.

Während der ersten Reihe meiner Beobachtungen wurde der Barometerstand jedesmal sorgfältig aufgezeichnet; aber ich überzeugte mich bald, daſs die Aenderungen des Luftdrucks nur einen in diesem Falle ganz zu vernachlässigenden Einfluſs auf die Schwingungsdauer der Nadel haben, und ich unterlieſs es in der Folge ganz, das Barometer zu beobachten.

Hier folgen nun die Beobachtungen selbst; sie sind alle auf 14° R. reducirt worden, nach dem Ergebniſs der

1) Ich werde nächstens eine Bussole ausführen lassen, die so eingerichtet ist, daſs man die Aenderung, die die Werthe von $t$ und $\gamma$ erleiden, wird auf das Genaueste bestimmen und aus den Beobachtungen eliminiren können.

| | gungen bei 14° R. | Anfange der Beobachtung. | Ende der Beobachtung. | | gungen bei 14° R |
|---|---|---|---|---|---|
| anuar | | | | Februar | |
| 1. 8ʰ 55′ | 40′ 15″,4 | 3,48 | 3,48 | 11. 20ʰ 53′ | 40′ 13″,1 |
| 20 59 | 15 ,8 | 3,36 | 3,36 | 12. 0 41 | 11 ,4 |
| 'ebruar | | | | 9 3 | 13 ,6 |
| 1. 0ʰ 43 | 15 ,3 | | | 20 39 | 13 ,6 |
| 6 13 | 14 ,5 | | | 13. 4 55 | 14 ,9 |
| 9 17 | 14 ,0 | | | 9 7 | 14 ,6 |
| 21 6 | 15 ,0 | 3,39 | 3,39 | 14. 0 32 | 15 ,3 |
| 2. 1 1 | 13 ,9 | 3,46 | 3,46 | 9 4 | 15 ,1 |
| 4 47 | 14 ,2 | | | 21 3 | 15 ,8 |
| 9 4 | 13 ,9 | 3,40 | 3,40 | 15. 0 49 | 19 ,6 |
| 3. 8 52 | 14 ,6 | | | 9 9 | 19 ,2 |
| 20 56 | 15 ,7 | 3,52 | | 21 2 | 22 ,4 |
| 4. 0 34 | 15 ,2 | 3,21 | 3,21 | 16. 0 38 | 20 ,2 |
| 21 2 | 15 ,1 | | | 9 0 | 20 ,0 |
| 5. 1 19 | 14 ,3 | 3,57 | 3,57 | 21 2 | 20 ,3 |
| 5 53 | 14 ,4 | 3,63 | 3,63 | 17. 0 57 | 20 ,8 |
| 9 2 | 14 ,0 | 3,47 | 3,47 | 5 45 | 19 ,3 |
| 20 27 | 13 ,1 | 3,37 | 3,37 | 21 3 | 20 ,3 |
| . 0 20 | 13 ,8 | 3,55 | 3,55 | 18, 0 30 | 20 ,3 |
| 5 0 | 14 ,4 | 3,65 | 3,65 | 4 55 | 21 ,6 |
| 8 58 | 13 ,3 | 3,78 | 3,78 | 9 49 | 20 ,7 |
| 21 4 | 14 ,0 | 3,90 | 3,90 | 21 3 | 19 ,8 |
| . 7 58 | 13 ,2 | 4,15 | 4,15 | 19. 5 21 | [illegible] |

| Jahr 1831. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Ende der Beobachtung. | Jahr. 1831. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Ende der Beobachtung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Februar | | | | März | | | |
| 22. 5h 43' | 40' 19",2 | 3,77 | 3,77 | 11. 21h 4' | 40' 10",3 | 4,48 | |
| 21 34 | 20 ,1 | 3,88 | 3,88 | 12. 4 16 | 8 ,6 | 3,88 | 3,88 |
| 23. 21 15 | 18 ,4 | 3,82 | 3,82 | 5 13 | 5 ,8 | 3,48 | 4,40 |
| 24. 9 3 | 18 ,9 | 3,77 | 3,77 | 20 58 | 11 ,1 | 5,04 | 4,52 |
| 25. 21 7 | 19 ,4 | 3,79 | 3,79 | 13. 1 50 | 11 ,6 | 4,40 | |
| 26. 20 38 | 17 ,5 | 3,83 | 3,90 | 9 9 | 11 ,2 | | |
| 27. 21 8 | 18 ,1 | 3,76 | 3,76 | 21 2 | 12 ,8 | 4,69 | 4,60 |
| 28. 0 31 | 18 ,5 | 3,76 | 3,76 | 14. 21 12 | 10 ,7 | 4,27 | |
| 9 7 | 18 ,4 | 3,77 | 3,77 | 15. 21 5 | 10 ,6 | 4,28 | 4,34 |
| 21 7 | 18 ,6 | 3,80 | 3,80 | 16. 21 5 | 12 ,8 | 4,44 | |
| März | | | | 18. 21 13 | 8 ,2 | 4,16 | 4,14 |
| 1. 9 18 | 19 ,8 | 3,60 | 3,81 | 19. 9 32 | 12 ,1 | 4,16 | 4,16 |
| 21 7 | 19 ,1 | 3,85 | 3,85 | 21 7 | 10 ,5 | 4,62 | 4,62 |
| 2. 0 35 | 18 ,3 | 3,87 | 3,87 | 22. 21 12 | 9 ,6 | 4,13 | 4,29 |
| 9 3 | 18 ,4 | 4,02 | | 23. 9 18 | 10 ,3 | 3,94 | 3,62 |
| 20 56 | 18 ,1 | 3,84 | 3,84 | 21 15 | 11 ,3 | 4,11 | 4,11 |
| 3. 20 57 | 17 ,8 | 3,64 | | 24. 9 6 | 11 ,3 | 3,86 | 3,96 |
| 4. 9 0 | 18 ,3 | 3,73 | 3,52 | 21 2 | 11 ,1 | 4,38 | 4,39 |
| 20 57 | 18 ,0 | 3,90 | 4,14 | 25. 9 17 | 13 ,4 | 3,84 | 4,39 |
| 5. 5 0 | 17 ,4 | 3,83 | 3,83 | 21 18 | 12 ,9 | 4,34 | 4,38 |
| 9 37 | 17 ,4 | 3,67 | 3,67 | 28. 21 11 | 10 ,8 | 3,76 | 3,83 |
| 20 35 | 19 ,7 | 4,45 | 4,54 | April | | | |
| 6. 0 19 | 18 ,1 | 3,64 | 3,64 | 23. 21 28 | 8 ,0 | 4,54 | 4,77 |
| 4 35 | 16 ,7 | 3,81 | 3,74 | 24. 2 37 | 10 ,7 | 4,62 | 4,54 |
| 9 10 | 17 ,7 | 3,79 | 3,79 | 9 17 | 13 ,1 | 4,06 | 4,26 |
| 21 1 | 19 ,1 | 4,07 | 4,16 | 20 50 | 12 ,6 | 4,88 | 4,71 |
| 7. 21 5 | 17 ,5 | 4,06 | 4,11 | 25. 1 29 | 12 ,4 | 4,49 | 4,49 |
| 8. 10 43 | 16 ,3 | 4,33 | | 9 12 | 12 ,0 | 4,35 | 4,35 |
| 21 11 | 16 ,5 | 4,90 | 4,98 | 21 24 | 12 ,4 | 4,77 | 4,77 |
| 9. 21 7 | 16 ,7 | 6,59 | 5,03 | 26. 9 10 | 10 ,1 | 4,28 | 4,28 |
| 10. 0 53 | 17 ,2 | 4,21 | 4,21 | 21 7 | 12 ,8 | | |
| 9 10 | 16 ,1 | 4,14 | 4,14 | 27. 9 7 | 10 ,2 | 4,35 | 4,35 |
| 20 54 | 16 ,5 | 3,93 | 3,93 | 21 30 | 12 ,4 | 4,69 | 4,69 |
| 11. 1 0 | 16 ,8 | 4,13 | 4,13 | 28. 9 5 | 11 ,6 | 4,21 | 4,21 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29. 5 8 | 13 ,3 | 4,33 | [illegible] 3 | 21. 9 24 | 14 ,[illegible] |
| 9 21 | 13 ,0 | 3,56 | 4,27 | 22. 5 17 | 15 ,[illegible] |
| 21 32 | 14 ,6 | 4,66 | | 9 22 | 15 ,[illegible] |
| 30. 9 5 | 13 ,5 | 4,19 | | 23. 9 12 | 16 ,[illegible] |
| 21 5 | 14 ,0 | 4,78 | 4,78 | 22 8 | 16 ,[illegible] |
| Mai | | | | 24. 9 35 | 15 ,1 |
| 1. 9ʰ 11′ | 13 ,1 | 4,25 | 4,25 | 21 8 | 16 ,5 |
| 21 31 | 14 ,0 | 4,72 | 4,79 | 25. 9 18 | 16 ,2 |
| 2. 9 14 | 11 ,9 | 4,02 | 4,17 | 21 19 | 18 ,3 |
| 21 31 | 14 ,8 | 4,61 | 4,68 | 26. 9 12 | 17 ,8 |
| 7.21 19 | 13 ,3 | 4,27 | 4,27 | 27.21 23 | 16 ,4 |
| 8.21 22 | 14 ,0 | 4,77 | 4,63 | 28. 5 16 | 14 ,0 |
| 9. 9 16 | 12 ,8 | 4,19 | 4,13 | 21 10 | 17 ,7 |
| 21 34 | 13 ,2 | 4,76 | 4,68 | 29. 4 46 | 16 ,5 |
| 0. 9 11 | 11 ,4 | 4,24 | 4,24 | 21 7 | 19 ,4 |
| 22 15 | 13 ,3 | 4,71 | 4,71 | 30. 9 29 | 16 ,3 |
| 1. 9 19 | 14 ,8 | 4,61 | | 21 30 | 18 ,9 |
| 21 8 | 15 ,0 | 4,90 | 4,90 | 31. 5 6 | 19 ,7 |
| 2. 9 11 | 14 ,6 | 4,30 | | 20 55 | 21 ,0 |
| 21 16 | 14 ,1 | 4,77 | 4,64 | Juni | |
| 3. 9 32 | 13 ,7 | 4,09 | 4,09 | 1. 9 1′ | 21 ,9 |
| 21 6 | 14 ,1 | 4,62 | 4,62 | 22 1 | 20 ,7 |
| 4. 9 0 | 13 ,8 | 4,20 | 4,20 | 2. 9 15 | 20 ,2 |
| 21 16 | 14 ,3 | 4,53 | 4,53 | 21 18 | 20 ,8 |
| 5. 9 16 | 15 ,4 | 4,24 | 4,24 | 3. 21 10 | 20 ,[illegible] |

| Jahr 1831. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Ende der Beobachtung | Jahr 1831. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 40° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Ende der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juni | | | | Juni | | | |
| 9. 9h 13 | 40' 20",2 | 4,39 | 4,29 | 23. 20h 28' | 40' 25",1 | 4,97 | 4,97 |
| 23. 1 2 | 25 ,3 | 4,73 | 4,73 | 27. 8 26 | 21 ,8 | 4,99 | 4,99 |
| 8 12 | 25 ,4 | 4,52 | 4,52 | | | | |

Hier wurden die Beobachtungen durch die Cholera unterbrochen, und konnten erst am Ende des August's wieder aufgenommen werden. Unterdessen hatte sich die Schwingungsdauer der Nadel bedeutend vermindert; daraus kann man jedoch noch nicht schliefsen, dafs die Intensität der magnetischen Kräfte der Erde sich vermehrt hatte; denn diese Aenderung in der Schwingungsdauer hatte auch ihre Ursache in einer kleinen Aenderung der Entfernung des Schwerpunktes vom Drehungspunkt der Nadel haben können. Während des Sommers fahren viel Equipagen bei meiner Wohnung, die in der Nähe des Hafens liegt, vorbei, und das Haus zittert einige Stunden des Tages über fast beständig, so dafs die Nadel wohl hat darunter leiden können. Leider ist die Bussole so eingerichtet, dafs kein Mittel da ist, diesen Umstand zu verificiren; ich lasse indefs jetzt eine Bussole ausführen, deren Construction in dieser Hinsicht nichts zu wünschen übrig läfst. Die Neigung der Nadel hatte zugenommen, während die wahre magnetische Neigung abgenommen hatte; dieser Umstand vermehrt den Verdacht, dafs sich der Schwerpunkt der Nadel von ihrem Drehungspunkte ein wenig mehr entfernt hatte.

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 9 | 19 | 39 | 55 | ,1 | 5,20 | | 11. | 9 | 19 | 40 | 3 | ,9 |
| | 21 | 3 | 40 | 1 | ,0 | 5,50 | | 12. | 9 | 17 | 40 | 1 | ,3 |
| 5. | 9 | 9 | 39 | 59 | ,4 | 5,03 | | 13. | 9 | 22 | 39 | 58 | ,8 |
| | 21 | 23 | 40 | 0 | ,0 | 5,56 | | 14. | 20 | 12 | 40 | 2 | ,6 |
| 6. | 9 | 26 | 40 | 0 | ,9 | 5,22 | | 15. | 9 | 23 | 40 | 0 | ,3 |
| | 22 | 5 | 39 | 59 | ,4 | 5,56 | | | 20 | 21 | 40 | 2 | ,4 |
| 7. | 9 | 26 | 39 | 59 | ,1 | 5,17 | | 16. | 9 | 19 | 39 | 55 | ,7 |
| | 21 | 27 | 40 | 2 | ,0 | 5,73 | 5,75 | | 20 | 54 | 39 | 59 | ,6 |
| 8. | 9 | 2 | 39 | 56 | ,7 | 5,25 | 5,25 | 17. | 9 | 13 | 39 | 57 | ,6 |
| | 21 | 29 | 40 | 3 | ,0 | 5,55 | 5,55 | | 21 | 9 | 40 | 0 | ,1 |
| 9. | 9 | 3 | 40 | 3 | ,2 | 5,32 | 5,32 | 18. | 9 | 1 | 40 | 1 | ,2 |
| | 20 | 18 | 40 | 4 | ,4 | 5,48 | 5,48 | | 20 | 26 | 40 | 3 | ,2 |
| 0. | 9 | 12 | 40 | 2 | ,5 | 5,27 | 5,36 | 19. | 9 | 32 | 39 | 54 | ,3 |
| | 21 | 7 | 40 | 5 | ,3 | 5,39 | 5,39 | | 20 | 8 | 39 | 58 | ,6 |
| 1. | 9 | 16 | 40 | 2 | ,1 | 5,23 | 5,23 | 20. | 9 | 6 | 39 | 57 | ,6 |
| eptemb. | | | | | | | | | 20 | 9 | 40 | 0 | ,9 |
| 1. | 9h | 21' | 40 | 4 | ,8 | 5,23 | 5,32 | 21. | 9 | 54 | 39 | 57 | ,8 |
| | 21 | 15 | 40 | 8 | ,1 | 5,46 | 5,46 | | 20 | 15 | 40 | 3 | ,7 |
| 2. | 9 | 19 | 40 | 6 | ,8 | 5,34 | 5,34 | 25. | 8 | 55 | 40 | 1 | ,5 |
| | 21 | 26 | 40 | 9 | ,3 | 5,76 | 5,67 | | 21 | 10 | 40 | 3 | ,2 |
| 3. | 9 | 12 | 40 | 5 | ,8 | 5,00 | 5,21 | 26. | 9 | 14 | 40 | 3 | ,2 |
| | 21 | 24 | 40 | 7 | ,9 | 5,66 | 5,66 | | 20 | 10 | 40 | 3 | ,2 |
| 4. | 9 | 21 | 40 | 5 | ,7 | 5,33 | 5,49 | 27. | 9 | 16 | 40 | 3 | ,3 |
| | 21 | 35 | 40 | 6 | ,0 | 5,78 | 5,69 | | 20 | 30 | 40 | 4 | ,2 |
| 5. | 21 | 18 | 40 | 8 | ,7 | 5,68 | 5,68 | 29. | 20 | 46 | 40 | 1 | ,2 |
| 6. | 9 | 35 | 39 | 59 | ,6 | 5,38 | 5,38 | 30. | 10 | 6 | 39 | 57 | ,7 |

| Jahr 1831. | Dauer von 200 Doppelschwingungen. bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | am Ende der Beobachtung. | Jahr 1831. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | am Ende der Beobachtung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| October | | | | October | | | |
| 4. 9h 31' | 39' 56",1 | 5,60 | 5,60 | 16. 10h 47' | 39' 58",4 | 5,51 | 5,51 |
| 4. 20 12 | 39 58,7 | 5,74 | 5,74 | 21 28 | 40 0,2 | 5,78 | 5,78 |
| 5. 9 27 | 39 59,1 | 5,57 | 5,57 | 17. 9 25 | 39 56,8 | 5,72 | 5,72 |
| 20 19 | 40 0,4 | 5,65 | 5,65 | 21 42 | 40 2,3 | 5,77 | 5,77 |
| 6. 9 18 | 39 58,0 | 5,65 | 5,65 | 18. 9 20 | 39 56,7 | 5,77 | 5,68 |
| 20 15 | 39 58,6 | 5,59 | 5,59 | 21 31 | 40 0,3 | 5,82 | 5,77 |
| 7. 9 15 | 39 56,0 | 5,59 | 5,59 | 19. 21 39 | 40 3,2 | 5,64 | 5,64 |
| 20 50 | 39 56,5 | 5,66 | 5,66 | 20. 9 15 | 39 57,4 | 6,64 | 6,32 |
| 8. 9 14 | 39 57,4 | 5,42 | 5,42 | 21 14 | 40 1,0 | 6,06 | 6,06 |
| 21 26 | 39 58,7 | 6,23 | 5,86 | 21. 9 18 | 40 0,9 | 5,81 | 5,81 |
| 9. 20 35 | 39 59,6 | 5,96 | 5,96 | 21 30 | 39 59,0 | 5,96 | 5,96 |
| 10. 20 17 | 39 58,1 | 5,79 | 5,91 | 23. 21 19 | 39 59,3 | 5,78 | 5,76 |
| 11. 9 2 | 39 55,4 | 5,65 | 5,45 | 27. 21 21 | 39 42,2 | 5,94 | 5,94 |
| 12. 20 8 | 40 1,5 | 5,70 | 5,70 | 28. 9 45 | 39 38,7 | 6,06 | 5,71 |
| 21 50 | 40 2,8 | 6,09 | 5,59 | 22 17 | 39 38,1 | 6,06 | 6,05 |
| 13. 3 25 | 39 59,1 | 5,57 | 5,57 | 29. 23 40 | 39 37,3 | | |
| 11 2 | 39 58,2 | 5,67 | 5,67 | 0 28 | 39 35,9 | | |
| 20 2 | 40 2,3 | 5,48 | 5,48 | 1 14 | 39 36,8 | | |
| 22 19 | 40 2,6 | 5,89 | 5,79 | 9 4 | 39 33,0 | 5,81 | 5,81 |
| 14. 9 38 | 39 58,2 | 5,50 | 5,39 | 21 49 | 39 38,3 | 6,57 | 6,57 |
| 20 15 | 40 0,0 | 5,67 | 5,67 | 30. 9 19 | 39 38,4 | 6,00 | 6,00 |
| 22 52 | 40 2,8 | 5,99 | 5,99 | 21 22 | 39 47,9 | 5,86 | 5,89 |
| 15. 9 13 | 39 55,2 | 5,59 | 5,59 | 31. 9 56 | 36 30,5 | 6,08 | 5,98 |
| 21 36 | 40 0,6 | 5,79 | 5,79 | 21 55 | 39 34,9 | 6,07 | 6,15 |

(Schlufs im nächsten Heft.)

## II. *Ueber eine subjective Lichterscheinung; von A. Mousson,*

Lehrer der Physik am Gymnasium zu Zürich.

In den letzten Jahren hat man sich viel mit den Lichterscheinungen beschäftigt, deren Grund in subjectiven Bedingungen, nämlich im Bau des Auges selbst liegt; und es ist gelungen die meisten derselben in der besonderen Beschaffenheit der inneren Theile des Auges nachzuweisen, durch welche das Licht zur Retina gelangt. Dennoch scheint eine der bekanntesten und am leichtesten hervorzurufenden Wirkungen dieser Art einer genauen Forschung entgangen zu seyn, wiewohl ganz äufsere, der Thätigkeit des Sehens fremde Theile die Quelle der Täuschung werden.

Richtet man das ganz offene Auge auf einen hellen Körper, z. B. die Flamme einer in einige Entfernung von einem dunkeln Grunde gestellten Kerze, so erscheint der Rand der Flamme, abgesehen von den Pulsationen, welche von Ungleichheiten der Verbrennung erzeugt werden, vollkommen deutlich und scharf. Nur umgiebt ein schwacher Schein von 7° bis 10° Radius, herrührend von unregelmäfsigen Reflexionen in der umgebenden Luft, die Lichtquelle, und ändert an Ausdehnung mit der Intensität derselben. Nähert man nun, wie zum Blinzeln, die Augenlieder bis zur Berührung des Pupillenrandes, so entströmen der Flamme zwei Lichtbüschel aus schwach divergirenden Strahlen, die nach oben und unten eine Länge von 20° bis 30° erreichen mögen (Fig. 3 Taf. III). Fast gleichzeitig verliert der Umrifs der Flamme seine Schärfe, und zeigt seitwärts farbige Diffractionsstreifen, entstanden durch die Gitter, welche die Wimpernhaare vor der Pupille bilden. Verengt man die Oeffnung des Auges noch

mehr, beinahe bis zum Schlufs des Gesichtsfeldes, so verschwinden die Seitenbilder, der Raum bedeckt sich mit einem schwachen Lichtflor, und die Lichtbüschel, die anfangs gerade gegen den Beobachter gerichtet schienen, werden unregelmäfsig und verworren, und verschwinden endlich ganz beim Schlufs der Augenlieder. Die Natur dieser Strahlenbüschel bildet den Gegenstand der folgenden Bemerkungen.

Aus der Art, wie diese Büschel entstehen, folgt unmittelbar, dafs ihr Ursprung mit der Nähe der Augenliedränder an der Pupille in Verbindung steht. Neigt man den Kopf nach der einen oder andern Seite, so dreht sich die Erscheinung um den gleichen Winkel, indem sie immer senkrecht zum Hauptdurchmesser der Augenöffnung bleibt. Senkt man den Kopf vor oder rückwärts, ohne den Blick von der Flamme abzuwenden, so entsteht nur *ein* Lichtbüschel; auf ähnliche Weise verschwindet im ursprünglichen Versuch der eine derselben, sobald mit dem Finger das eine Augenlied vom Rand der Pupille zurückgezogen wird. Damit ist erwiesen, dafs die Entstehung jedes Lichtbüschels von der Gegenwart und Richtung des Randes des einen Augenliedes abhängt; es ist aber wesentlich zu bemerken, *dafs dem oberen Augenlied der untere Lichtbüschel*, und umgekehrt, entspricht. In der That erscheint beim Senken des Kopfes der untere, beim Heben desselben der obere Büschel.

Es schien mir anfangs natürlich, die Ursache der Erscheinung nicht sowohl im Rande der Augenlieder selbst, als in der Gegenwart der Wimpern zu suchen; denn bei Zurückbiegung derselben wird es möglich einen beliebigen Theil der Pupille ohne Hervorrufung von Strahlen zu bedecken. Um die Art, wie die Wimpern wirken möchten, genauer zu prüfen, wurde ein undurchsichtiger Schirm mit sehr kleiner Oeffnung vor die Flamme gestellt. Dadurch ziehen sich die Lichtbüschel, die anfangs aus schwach divergirenden Systemen paralleler Strahlen,

von gleicher Breite, wie die Flamme gebildet waren, zu einem feinen Pinsel zarter Lichtlinien zusammen (Fig. 4 Taf. III). Man bemerkt alsdann eine gewisse Unabhängigkeit dieser einzelnen Linien, als würde jeder ein eigner Ursprung zukommen. Die geringste Bewegung des Auges läfst einzelne derselben hervortreten, macht einige andere verschwinden; eine Bewegung des Kopfes nach der Seite (den Blick immer auf die Flamme gerichtet), z. B. von der Rechten zur Linken, vernichtet die äufsersten Lichtlinien auf der rechten Seite des Würfels, wie durch ein Zurückdrängen derselben gegen den Lichtpunkt, während auf der linken neue Lichtlinien hervorschiefsen. Auch diese Veränderungen scheinen gewissermafsen die Ansicht zu unterstützen, dafs die ganze Erscheinung aus Reflexionen auf den cylindrischen Oberflächen der Wimpernhaare zu erklären sey. Denn das glänzende, zu einer Linie verlängerte Bild, das man auf einem glatten Glasstäbchen, das nahe zur Gesichtslinie gehalten wird, beobachtet, erleidet bei Drehung des Kopfes ähnliche Veränderungen, es dehnt sich nämlich von dem gegen's Licht gekehrten Ende aus, erreicht ein Maximum, und zieht darauf wieder in sich selbst zurück.

Dagegen widersetzen sich andere Thatsachen durchaus der Annahme einer solchen Reflexion auf den Wimpern. Vorerst beweist eine genaue Betrachtung dieser Haare, dafs ihrer Oberfläche die erforderliche Politur zur Hervorbringung so heller und scharfer Lichtlinien durchaus abgeht. Wäre diese Wirkung aber auch zulässig, so bleibt es dennoch unmöglich, nach der Art, wie die Bilder auf der Retina sich unserer Wahrnehmung darstellen, jene entgegengesetzte Beziehung, z. B. des unteren Augenliedes zum oberen Lichtbüschel, zu erklären. Es würden nämlich die Strahlen nach oben hin geworfen, sie würden die Retina an Stellen über dem directen Bild der Flamme treffen, und dadurch, da Object und Bild verkehrte Stellungen haben, der Erfahrung

entgegen, eine Lichterscheinung unterhalb der Flamme veranlassen (Fig. 5 Taf. III). Die gleiche Schlufsfolge gilt von einer Reflexion am Rande der Augenlieder selbst, wiewohl die Feuchtigkeit derselben ein glänzendes Bild eher gestatten könnte.

Das einzige Mittel, von einer Ablenkung der auf den Rand der unteren Augenlieder fallenden Lichtstrahlen gegen den unteren Theil der Retina Rechenschaft zu geben, besteht in der Annahme einer Refraction, die bei ganz offenem Auge nicht mehr *vor* der Pupille erfolgt (Fig. 6 Taf. III). Betrachtet man aufmerksam die Berührungslinie des Augenliedes mit der Augenkugel, so erkennt man, dafs sie von einer nach aufsen concaven cylindrischen Fläche gebildet wird, indem die den Glanz des Auges unterhaltende Feuchtigkeit durch eine Capillarwirkung gegen die Pupille hin in die Höhe gezogen wird. So stellt diese Flüssigkeit eine Art Prisma dar, dessen Basis auf dem Augenliedrande ruht, während der brechende Winkel sich an die Cornea anschmiegt. Ein solches Prisma mufs zur Wirkung haben, die einfallenden Lichtstrahlen von der optischen Axe abzulenken, und diefs um so mehr, als sie auf Punkte der gekrümmten Fläche fallen, die der Basis näher liegen. Daraus geht nothwendig eine Lichterscheinung über dem directen Bild der Flamme hervor. — Hiermit in Uebereinstimmung bemerkt man, wenn sehr nah am Auge der Rand einer Karte von unten vor das Gesichtsfeld geschoben wird, dafs der obere Lichtbüschel früher schon verschwindet, als man den Rand der Pupille erreicht, und zwar durch eine retractile Bewegung gegen die Lichtquelle; in der That hält man dadurch die zunächst bei der Basis des Prismas auffallenden Strahlen zurück, welche dem äufsern Ende der Lichterscheinung entsprechen würden. Diese Veränderung tritt um so schneller ein, als die Karte weiter vom Auge gehalten wird.

Das früher angegebene Verschwinden der Erschei-

nung beim Zurückbiegen der Augenwimpern, erklärt sich nach dieser Ansicht durch die unvermeidlich zwischen Augenlied und Augapfel bewirkte Ablösung, in Folge deren die Flüssigkeit sich durch Capillarität vom freien Theile der Cornea zurückzieht. Wenn im Gegentheil die Augenlieder zu nahe zusammenkommen, so fliefsen die beidseitigen Prismen zusammen, und diefs ist der Grund des helleren Flores, der sich über das Gesichtsfeld ausbreitet und die Büschel unregelmäfsig macht. Da es endlich genügt, dafs die brechende Kante des Prismas vor die Pupille trete, so wird die Erscheinung sich zu entwickeln beginnen, bevor der Rand der Augenlieder dieselbe berührt. Die letztere Thatsache kann mit Hülfe eines vergröfsernden Spiegels leicht direct geprüft werden.

Um die gegebene Erklärung aufser Zweifel zu setzen, unterwarf ich sie noch einer doppelten Probe. Ich versuchte vorerst durch künstliche Mittel ähnliche Erscheinungen zu erzeugen, indem ich das Auge an eine verticale Glastafel hielt, auf welche eine kleine horizontale Holzleiste befestigt war (Fig. 7 Taf. III). Wurde eine kleine Menge Wasser in den einspringenden Winkel an das gereinigte Glas gebracht, so erschien ein ganz ähnlicher Lichtbüschel auf der entgegengesetzten Seite der Flamme, und diese Aehnlichkeit erstreckte sich bis auf kleine Nebenumstände. Es zeigt sich z. B. auch hier, was am ersten gegen die gegebene Erklärung Zweifel hätte erwecken können, statt eines einfachen verlängerten Bildes der Flamme eine Zertheilung in Strahlen, was in beiden Fällen vielleicht von kleinen Unregelmäfsigkeiten in der Fläche, an welche das flüssige Prisma sich anlegt, welche über die Oberfläche der letzteren fortsetzen, zu erklären ist. Die Lebhaftigkeit der Erscheinung rührt in beiden Fällen daher, dafs in horizontaler Richtung das Auge, wie gewöhnlich, zur Concentration der Strahlen auf die Retina wirkt, doch erfolgt diese Concentration nicht in gleichem Grade für die Strahlen, die nahe an der

optischen Axe oder in der Nähe der Basis des Prismas gebrochen werden. Die letzteren nämlich, weil sie die Brechung auf einer horizontal, etwas weniger gekrümmten Fläche erleiden, und sich im Auge von der optischen Axe entfernen, vereinigen sich weniger vollkommen, wodurch sich die Divergenz der einzelnen Lichtlinien, vom Anfang jedes Büschels an, und die Ausbreitung einer jeden derselben leicht erklärt.

Ich wollte mich zweitens durch Rechnung versichern, dafs mit den brechenden Mitteln des Auges eine Ablenkung, wie die hier angenommene, wirklich verträglich ist. Der letzte Lichtstrahl, der nach seiner Brechung durch die cylindrische Flüssigkeitsoberfläche im Innern des Auges dringen kann, ist offenbar derjenige, der an der innern Kante des Augenliedrandes vorbeistreicht, und der Winkel, den er mit der Sehlinie zum Objecte bildet, wird der Sehwinkel seyn, der die ganze Erscheinung umfafst. Sey $ab$ (Fig. 8 Taf. III) die Oberfläche des Augapfels, $bd$ die obere Fläche des anliegenden Augenliedes, auf welchem das flüssige Prisma $cbd$ ruht; nimmt man als Querschnitt der Flüssigkeitsoberfläche einen Quadranten an, was nach bekannten Capillargesetzen nicht sehr von der Wahrheit abweicht, setzt dann den Brechungsindex sämmtlicher Flüssigkeiten des Auges im Mittel $=\frac{4}{3}$, so erhält man folgende Bezeichnungen zwischen dem Einfallswinkel $\beta$ der letzten Strahlen $gfb$ und dem Winkel $\alpha$, den er nach seiner Brechung mit der optischen Axe bildet:

$$\sin\beta = \tfrac{4}{3}\sin(\beta-\alpha)$$

$$\cos\alpha - \sin\alpha = \sin(\beta-\alpha).$$

Diese zwei Gleichungen dienen zur Bestimmung von $\beta$ und $\alpha$, welcher letztere Winkel genähert $27^{\circ}\frac{1}{2}$ beträgt, unabhängig von den Dimensionen des Prismas. Von der andern Seite bestimmte ich den Sehwinkel der Erscheinung mit Hülfe eines in bekannter Entfernung gehaltenen Maafsstabes. Eine Reihe Messungen an der oberen

...........ung von einer Brechung am fe
Augenliedes herrührt und von den acti
Sehorgane selbst unabhängig ist [1]).

---

## Bericht an die Academie der Wi… ten zu Paris über Hrn. Mellon… che in Betreff der strahlenden Wä… Hrn. Biot.

(…rtsetzung der im Bd. XXXVIII S. 50 abgebrochenen

---

…gemeine Formeln für die allmälige Auslö… …trahlenden Wärmefluthen in absorbirend… …eglicher Natur.

…ernachlässigen wir für einen Augenblick die
wir sie in Rechnung zu ziehen wissen. S
…sammtmenge der *in die Platte* eingeführte…
Wärme. Nach den vorhin gegebenen D…
…ssen wir uns $J_0$ zerlegt denken in eine Un…
…bündel (*filets calorifiques*) von verschieden

1) Ohne dem Verdienste der …

und auch von verschiedener Verschluckbarkeit und Durchlaſsbarkeit, Eigenschaften, vermöge welcher jedes von ihnen nach einer gewissen, ihm eignen, geometrischen Progression allmälig erlischt.

Dieſs gesetzt, betrachten wir eins der Elementarbündel, dessen anfängliche Intensität, unmittelbar *nach* seinem Eintritt in die Platte, $i_0$ sey. Sobald es in der Platte, die ich rücksichtlich ihres Absorptionsvermögens als homogen annehme, eine gewisse Dicke durchlaufen hat, wird seine anfängliche Intensität $i_0$ reducirt seyn auf $i_0 \varpi^x$, wo $\varpi$ eine gewisse constante und von $x$ unabhängige Grundzahl bezeichnet, deren numerischer Werth nothwendig zwischen Null und Eins liegen muſs. Denn die Gränze Null würde einer totalen und augenblicklichen Absorption in einer unendlich kleinen Dicke entsprechen, und die andere Gränze Eins dagegen einer nullgleichen Absorption angehören, bei welcher sich das Bündel bis in's Unbestimmte fortpflanzte, ohne irgend etwas von seiner ursprünglichen Intensität zu verlieren. Nun ist aber klar, daſs alle physisch möglichen Transmissionsfälle immer zwischen jenen beiden enthalten sind.

Wenn die eingeführte Wärme und die Platte von solcher Beschaffenheit wären, daſs alle aus $J_0$ entspringenden Bündel unter sich eine gleiche anfängliche Intensität besitzen müſsten, so hätte man $J_0$ unter alle proportional ihrer Anzahl zu vertheilen. Bezeichnet man dann mit $a_1$ die kleinste und mit $a_2$ die gröſste der Grundzahlen, die in die gesammte durchgelassene Fluth eintreten, so müſste jedes innere Bündel, welches der Grundzahl $\varpi$ entspricht, anfänglich die Wärmemenge $\frac{J_0}{a_2 - a_1} d\varpi$ enthalten, und diese anfängliche Menge, geschwächt durch die Exponentialgröſse $\varpi^x$, würde hierauf in irgend einer Dicke $\frac{J_0}{a_2 - a_1} \varpi^x d\varpi$, so daſs, wenn man in Bezug auf $\varpi$ zwischen den für die äuſsersten Expo-

$(\omega_2 - \omega_1)(x+1)$

Nun findet im allgemeinen Fall diese
ichheit der $i_0$ nicht mehr statt, und die
$J_0$ zwischen allen abgeleiteten (*derivés*
ideln geschieht in einer Weise, die wir als
rlich betrachten müssen. Alsdann gehört z
deren Grundzahl $\varpi$ eine Portion der ursprün
mt-Intensität, welche sich allgemein durch
drücken läfst, wo $\varphi(\varpi)$ eine Function g
mter Form vorstellt, abgerechnet die einz
g, dafs das Integrat $\int\varphi(\varpi)d\varpi$, genomme
nstén bis zur gröfsten aller in jedem Bün
n Grundzahlen, immer der Einheit gleich s
Summe aller anfänglichen Intensitäten der
Wärmebündel stets die Gesammtmenge $J$
nglich eingeführten Wärme vorstelle.

Welche Form auch die Function $\varphi$ haben
n man sie sich doch immer ausgedruckt den
unendliche Reihe von Gliedern, bestehen
l Potenzen der Variabeln $\varpi$, multiplicirt
eben so vielen constanten, willkührlichen
nder unabhängigen Coëfficienten. Ueberdie
diese Function nach der physischen An

dafs jede der darin enthaltenen Potenzen $w$ die variable Weise ausdrücke, nach welcher eine gewisse begränzte Portion $i_0$ der anfänglichen Gesammtfluth sich unter irgend einer unendlichen Zahl von Wärmebündeln vertheilt befindet, und dafs sie ihre Exponentialbasen zwischen den ganz willkührlichen Gränzen $w_1$ und $w_2$ liegen haben. Wenn alsdann das Glied von $\varphi$, welches wir betrachten, $a\,w^m$ ist, wo $a$ und $m$ irgend zwei Constanten sind, so mufs zunächst die Intensität $i_0$ gleich seyn der aller dieser vereinten Bündel, was erfordert, dafs man mache:

$$i_0 = \int a w^m dw = \frac{a(w_2^{m+1} - w_1^{m+1})}{m+1}$$

und folglich:

$$a = \frac{(m+1)i_0}{w_2^{m+1} - w_1^{m+1}}$$

Diefs bestimmt oder verwandelt vielmehr die willkührliche Constante $a$ in eine ebenfalls ganz willkührliche Function von $i_0$. Bezeichnen wir nun mit $i_x$ die gesammte durchgelassene Fluth, die so aus $i_0$ entspringt, nachdem sie die Dicke $x$ durchdrungen hat, so haben wir:

$$i_x = \frac{(m+1)i_0}{(w_2^{m+1} - w_1^{m+1})} \int_{w_2}^{w_1} w^{x+m}\, dw$$

und wenn man das Integral zwischen seinen willkührlichen Gränzen $w_1$, $w_2$ nimmt:

$$i_x = \frac{(m+1)i_0(w_2^{x+m+1} - w_1^{x+m+1})}{(w_2^{m+1} - w_1^{m+1})(x+m+1)}$$

Die endliche, aber in Anzahl beliebige Summe aller partiellen Fluthen, welche sonach eben so vielen verschiedenen, willkührlichen und von einander unabhängigen Potenzen entspricht, constituirt dann die gesammte innere Fluth $J_x$, deren allgemeiner Ausdruck also seyn wird:

$$J_x = \sum \frac{i_0(m+1)(w_2^{x+m+1} - w_1^{x+m+1})}{(w_2^{m+1} - w_1^{m+1})(x+m+1)}$$

zu welchem noch hinzuzufügen ist:

$$J_0 = \Sigma i_0,$$

wobei sich das Zeichen $\Sigma$ auf irgend eine unbestimmte Anzahl von Gliedern erstreckt, welche blofs in den beiden Formeln $J_0$, $J_x$ gleich seyn mufs. Offenbar ist die Gleichung in $J_0$ nothwendig, damit die Summe der anfänglichen Intensitäten der partiellen Fluthen gleich sey der anfänglichen Intensität der eingeführten Gesammtfluth. Ueberdiefs ist nicht blofs die Anzahl der unter dem Zeichen $\Sigma$ enthaltenen Glieder willkührlich, sondern auch die einem jeden eignen Gränzwerthe $w_1$, $w_2$ sind gleichfalls willkührlich und unabhängig von einander, mit der einzigen physischen Beschränkung, wesentlich zwischen die Werthe 0 und 1 eingeschlossen zu seyn.

Wiewohl der vorhergehende Ausdruck von $J_x$ sich sonach dem von uns betrachteten physischen Probleme speciell angepafst findet, so würde doch wenig Hoffnung da seyn, eine allgemeine und nothwendige Anwendung von ihm zu machen. Denn es giebt hier offenbar eine analoge Unbestimmtheit, wie bei der Dispersion, und vor allem bei der ungleichen Transmission der verschiedenen Farben in den natürlich ausgesandten Lichtfluthen. Genau genommen ist es sogar zu vermuthen, dafs von jedem Punkt der Oberfläche eines Wärme strahlenden Körpers heterogene Wärmebündel in allen Richtungen ausfahren, weil die materielle Schicht, von welcher die Strahlung auszugehen scheint, um bis zur Oberfläche und von da in den Raum zu dringen, eine physisch merkliche Dichte hat. Allein eben so wie bei den heterogenen Lichtfluthen das Auge gestattet die Farbenzusammensetzung derselben, und folglich auch die ungleiche Durchlafsbarkeit ihrer Theilchen, die zugleich von deren eignen Natur und der Natur der durchlassenden Mittel ab-

hängt, zu unterscheiden; eben so entschleiern bei den Versuchen des Hrn. Melloni die Messungen der Transmission durch verschiedene. Dicken eines Mittels oder verschiedener Mittel, wenn sie mit dem allgemeinen Ausdruck von $J_x$ verglichen werden, die fortdauernd veränderliche Beschaffenheit der durchgelassenen Fluth, und sie erlauben zu erkennen, was von den ursprünglichen Affectionen der Wärmebündel oder von der Natur der durchdrungenen Platten abhängt.

Betrachten wir daher zunächst die Durchgänge, welche bei Platten von verschiedener Dicke, aber gleicher Natur beobachtet sind, und stellen dabei die Reflexionen wieder her. Da die durchgelassenen Mengen erhalten und ausgedrückt sind in Theilen der gesammten, als Einheit angenommenen einfallenden Wärme, wie es unsere Formeln voraussetzen, so drücken sie für jede Platte das Product $(1-R_1)(1-R_2)\Sigma i_0 \varphi(x)$ aus, was gleich ist dem Product $(1-R_1)(1-R_2)J_x$ unseres umgeformten Ausdrucks. Sehen wir ab für einen Augenblick von dem constanten Factor $(1-R_1)(1-R_2)$, welcher bekannt und gleich 0,923 ist; nehmen wir die numerischen Ausdrücke der Transmissionen, so wie sie die Beobachtung unmittelbar ergeben hat, construiren sie zuvörderst mit Sorgfalt graphisch, dabei die Dicke $x$ zur Abscisse nehmend, und einen so grofsen Maafsstab wählend, dafs man durch das Gesetz der Continuität die kleinen zufälligen Fehler, wenn sie vorhanden sind, berichtigen könne; darauf ziehe man an diesen Curven gleichabständige Ordinaten, um die Darstellung in Zahlen zu erleichtern; endlich suche man entweder in diesen Zahlen oder in den Curven selbst die allgemeinen Eigenschaften, welche die allmälige Auslöschung der Fluth darstellen könnte.

Unterwirft man die Zahlen des Hrn. Melloni dieser Probe, der besten, unseres Erachtens, welche man erwählen kann, um eine Gesammtheit von physischen

Resultaten mit Sicherheit zu studiren, so wird man zunächst überrascht von der ungemeinen Regelmäfsigkeit, die jede Curve im Einzelnen darbietet, und man erkennt sonach, dafs man sich ganz auf sie verlassen kann. Unter den Verschiedenartigkeiten, welche diese Curven nach der Natur der durchgelassenen Fluth und der durchlassenden Platten darbieten, erkennt man gewisse allgemeine Merkmale, welche man hierauf leicht in den Zahlen wieder findet, wenn man weifs, dafs sie da sind, und welche glücklicherweise die wichtigsten physischen Eigenschaften der durchgelassenen Bündel betreffen.

Um diefs Resultat augenscheinlich zu machen und Jeden in den Stand zu setzen sie zu prüfen, wollen wir hier die Zahlen geben, welche Hr. Melloni bei mehren, auf Wunsch und in Gegenwart der Commission angestellten Reihen von Versuchen erhalten hat, und die Werthe der von uns daraus hergeleiteten gleichabständigen Ordinaten hinzufügen. Wir werden diesen Tafeln einige nothwendige Bemerkungen vorausschicken, um die Bedeutung und den Werth der darin enthaltenen physischen Elemente wohl festzustellen.

Die erwähnten Versuche sind mit drei verschiedenen Wärmequellen angestellt, mit der Locatellischen Lampe, einer durch eine Weingeistflamme glühend erhaltenen Platinspirale und einer gekrümmten Kupferplatte, die durch dieselbe Flamme von unten her erhitzt und so ungefähr in einer Temperatur von 400° erhalten wurde. Er machte auch mehre Versuchsreihen mit der Strahlung einer Locatellischen Lampe nachdem sie durch ein schwarzes Glas gegangen war, welches blofs eine gewisse Portion auffing und den Rest als dunkle Wärme durchliefs.

Jede Zahl wurde so erhalten: erstlich mafs er die directe Wärmewirkung der Quelle auf die Säule, alsdann diese Wirkung nach Dazwischensetzung der auf ihre Transmission zu untersuchende Platte, und hierauf wieder die directe Wirkung; endlich verglich er die halbe

Summe

Summe des ersten und letzten Resultats mit dem mittleren. Ueberdiefs wurde jede Reihe von der kleinsten bis zur gröfsten Dicke durchlaufen, und dann wieder von letzteren zu den ersteren zurückgegangen, um so die kleinen physischen Veränderungen, welche die Quelle erlitten haben konnte, zu compensiren.

Die Substanzen, in welchen Hr. Melloni auf diese Weise die Fortschritte der Absorption bestimmt hat, sind: Glas von St. Gobin, klare Bergkrystalle, senkrecht gegen die Axe geschnitten, Rauchtopas, nach verschiedenen Richtungen geschnitten, destillirtes Wasser und gereinigtes Rüböl. Die beiden letzten Substanzen waren enthalten in weiten Röhren von verschiedener Länge, verschlossen an ihren Enden durch dünne ebene Parallelgläser, deren Einflufs auf die beobachteten Durchlässe vorher ermittelt war, um so, wie weiterhin gezeigt werden wird, die Resultate von demselben zu befreien.

Die Dicke aller Substanzen wurde von uns, mit Beihülfe von Hrn. Melloni, mittelst eines Sphärometers gemessen. Die aufserordentliche Genauigkeit dieses Instruments war unumgänglich, um die Absorptionseffecte in kleinen Dicken, wo sie sehr rasch variiren, mit Sicherheit zu verfolgen. Aus diesem Grunde wurden die flüssigen Schichten, von der dünnsten von 0,372 Mm. bis zu den 11 Mm. dicken, auf dieselbe Weise gemessen. Diese Schichten befanden sich zwischen dünnen Glasplatten, die auf die gegenüberliegenden Seiten verschieden dicker Glasplatten gelegt waren; in letztere waren ringförmige Oeffnungen gebohrt. Durch Messung dieses Ringes bekam man die Dicke der flüssigen Schicht.

Die Strahlung gelangte hier erst auf die flüssige Schicht, nachdem sie die auf die Vorderfläche des Ringes gelegte Glasplatte durchdrungen hatte, und sie trat erst in die Luft und von da in die Säule, nachdem sie durch die hintere Glasplatte gegangen war. Es mufste daher der Einflufs dieser beiden Glasplatten auf die Re-

sultate berechnet werden, um diese auf den Fall einer gänzlichen Entblöſsung der Flüssigkeitsschicht zurückzuführen. Und dieſs hat Hr. Melloni mit eben so viel Scharfsinn als Geschicklichkeit gethan. Zuvörderst nämlich hat er ermittelt, daſs wenn diese Schicht, sey sie von Wasser oder von Oel, eine Dicke von drei Millimeter oder darüber besitzt, man die einschlieſsenden Glasplatten von der äuſsersten Dünnheit an bis zu zwei oder drei Millimetern Dicke nehmen, oder sie durch Bergkrystallplatten von ähnlicher Dicke ersetzen kann, ohne daſs dieſs eine wahrnehmbare Veränderung in dem Durchlaſs hervorbringt. Dieſs Resultat war nach seinen früheren Versuchen leicht erklärlich. Er zeigte, daſs die beiden erwähnten Flüssigkeiten schon in einer Dicke von drei Millimetern durch ihre eigne Wirkung alle Strahlen auslöschen, welche Glas- oder Bergkrystallplatten von einem oder zwei Mllm. Dicke von ihnen abhalten würden, so daſs es ganz einerlei ist, ob dergleichen Platten vor der Flüssigkeit in die Bahn der Strahlen gesetzt werden oder nicht. Noch strenger gilt diese Folgerung für die hinteren Glas- oder Bergkrystallplatten, da sie auf die bis zu ihnen durch die vordere Platte und die Flüssigkeit hindurchgedrungene Fluth nur noch eine auſserordentlich schwache Absorption ausüben können. Schon daraus konnte man schlieſsen, daſs bei einer Wasser- oder Oelschicht von drei Millimetern Dicke oder darüber die durch Glasplatten beobachteten Durchlässe physisch als gleich zu betrachten seyen denen, welche man ohne diese Dazwischensetzung beobachtet haben würde.

Um nun dieselben Proben auf dünnere Flüssigkeitsschichten anzuwenden, ersetzte Hr. Melloni zuvörderst beim Oele die einschlieſsenden Glasplatten durch Platten von Steinsalz, einer Substanz, welche bei den angewandten Dicken, nach allen seinen übrigen Versuchen, keine wahrnehmbare Absorption auf die Wärmestrahlen irgend einer Art ausübt; so daſs die zwischen ihnen befindliche

Oelschicht bis auf die vordere und hintere Reflexion, die aber in Rechnung gezogen wurde, als entblöfst betrachtet werden konnte. Dadurch hat er denn gefunden, dafs Oelschichten bei geringerer Dicke als drei Millimeter, so befreit von der Absorption der Glasplatten, bedeutendere eigene Transmissionen gaben, und desto bedeutendere als sie dünner waren, da die vordere Platte ohne Zweifel eine gröfsere Zahl von Wärmestrahlen von ihnen abhielt, welche sie durchgelassen haben würden, wenn sie dieselben unmittelbar aufgefangen hätten. Auf diese Weise hat Hr. Melloni die Transmissionen durch dünne Schichten von Rüböl frei von jedem fremdartigen Einflufs erhalten, und indem er sie den Messungen zwischen Glasplatten von gröfserer Dicke, bis zu 200 Millimetern, hinzufügte, hat er die Continuität seiner Resultate bis zu dieser ganzen Erstreckung vervollständigt.]

Diefs zeigte die Nothwendigkeit auf dünne Wasserschichten eine ähnliche Probe anzuwenden, um die dabei erforderliche Berichtigung kennen zu lernen. Allein wie ist sie zu machen, da Wasser das Steinsalz auflöst? Um diese Schwierigkeit zu beseitigen, beobachtete Hr. Melloni zunächst den Durchlafs verschiedener Wärmefluthen durch eine gesättigte Lösung des Steinsalzes in Wasser in Röhren, die durch Glasplatten verschlossen waren. Zu seiner grofsen Verwunderung fand er hiebei, dafs zwar bei etwas beträchtlichen Dicken die Salzlösung einen sehr wenig gröfseren Wärmedurchlafs als das reine Wasser zeigte, dafs aber dieser schwache Unterschied bei Dicken unter einem oder zwei Millimetern ganz unmerklich wurde. Er konnte also den Durchlafs des mit Steinsalz gesättigten Wassers zwischen diesen Steinsalzplatten beobachten, und ihn für denjenigen nehmen, welchen reines Wasser bei gleicher Dicke zwischen Platten von Glas oder Bergkrystall gegeben hätte. Da indefs nach allen Versuchen das Absorptionsvermögen des Wassers weit stärker ist als das des Rüböls, so fand sich,

den Wasserschichten ausgelöscht seyn würc
dieselben unmittelbar aufgefangen hätten, sc
in den durchgelassenen Mengen kein wahrn
terschied entstanden seyn konnte.

Um endlich die Beobachtungen verglei
chen, wenn eine Locatellische Lampe als stra
mequelle angewandt wurde, mufste man s
Identität ihrer Wärmestrahlung versichern, o
während der Versuche eintretenden Verände
sen. Zu dem Ende begann Hr. Melloni al
hen mit der Beobachtung des Durchgangs der
eine 8,274 Mm. dicke Glasplatte, welche w
ihrer Dicke nur die durchgänglichsten Strahle
und daher diejenigen Abänderungen aufdecl
deren Antheil in der angewandten Wärmeq
Diese Probe ist indefs von grosser Empfindlic
wenn die Lampe sehr kleine Zustandsverändern
det, die einzigen, die sie bei sorgfältig angest
suchen erleiden kann, so sind es immer die
lichsten Strahlen, worin sich vornehmlich di
schiede zeigen; so dafs der Einflufs dieser V
gen vor allem bei sehr dicken Gläsern, die
diesen sehr durchgänglichen Strahl...

verschiedenen Tagen erblickt, beweisen, wenn auch nicht die vollständige Einerleiheit der Umstände, doch mindestens immer eine grofse Annäherung an dieselbe.

Nach diesen nothwendigen Erläuterungen wird man die folgenden Tafeln leicht verstehen und die darin enthaltenen Resultate vergleichend anwenden können. Die erste Spalte bezeichnet die Dicke der angewandten Platten; die folgenden geben die beobachteten Durchlässe für jede Dicke und jede darüber angegebene Wärmequelle. Es sind eben so viele numerische Werthe des Products $(1-R_1)(1-R_2)\Sigma i_0 \varphi(x)$; um indefs eine zu grofse Zahl von Decimalen zu vermeiden, ist darin die Einheit der einfallenden Wärme durch 100 vorgestellt. Deshalb findet man immer darin vor der Dicke Null die Zahl 92,3 statt des Bruchs 0,923, welcher den Werth des Products $(1-R_1)(1-R_2)$ ausdrückt, sobald die Menge der von aufsen einfallenden Wärmemenge zur Einheit genommen ist, und die Platten, welche sie reflectiren und durchlassen, Spiegelpolitur besitzen. Ohne Zweifel ist es möglich, dafs unter den angewandten Platten einige waren, bei welchen eine kleine zufällige Störung in der Politur der Oberflächen die Verlüste bei der von ihnen bewirkten Reflexion etwas vergröfserte; und für diese würde dann die Zahl 92,3 etwas zu grofs seyn. Allein dergleichen nothwendig sehr kleine und zufällige Unterschiede sind nicht wahrnehmbar, und müssen unvermeidlich mit unter die Beobachtungsfehler begriffen werden. Man wird bemerken, dafs, bei allen Reihen, die von der Quelle unmittelbar ohne Dazwischensetzung einer Platte bewirkte Ablenkung des Galvanometers immer sehr wenig von 35° verschieden gemacht ist. Diefs geschah, indem man die Wärmequelle näherte oder entfernte, bis die Nadel durch eine Impulsion auf diese Amplitude gebracht wurde; und man ist hiebei stehen geblieben, damit die Resultate stets innerhalb den Gränzen blieben, wo die Tafel für das Galvanometer [1]) vollkommene Sicherheit darbot.

1) S. Annalen, Bd. XXXV S. 133. P.

| | | |
|---|---|---|
| Flamme einer Locatellischen Lampe, deren Durchgang bei dem 8,274 Millim. dicken Probeglase $q=59$ | 35°,56 | 40,17 |
| Glühendes Platin | 35 ,27 | 39,92 |
| Kupfer bei 400° C. | 34 ,98 | 39,70 |

| Platten | | Wärmedurchgä | |
|---|---|---|---|
| Bezeichnung | Dicke. | Locatelli's Lampe. | Glühende Platin |
| | 0mm,000 | 92,30 | 92,30 |
| *a* | 0 ,196 | 82,51 | - |
| *b* | 0 ,244 | 81,06 | - |
| *c* | 0 ,314 | 80,21 | - |
| *d* | 0 ,323 | - | 68,35 |
| *e* | 0 ,575 | 77,00 | 59,78 |
| *f* | 0 ,814 | 74,48 | 54,63 |
| *g* | 1 ,094 | 72,75 | 50,25 |
| *h* | 1 ,600 | 70,00 | 45,23 |
| *i* | 1 ,974 | 68,17 | 43,50 |
| *k* | 2 ,097 | 67,83 | 42,51 |
| *l* | 2 ,666 | 66,13 | 39,43 |
| *m* | 2 ,877 | 65,48 | 38,62 |
| *n* | 4 ,121 | 63,34 | 35.23 |

Abscissen und Ordinaten, aus obigen Resultaten abgeleitet, in Millimetern.

| Abscissen. | Ordinaten für Locatelli's Lampe. | glühendes Platin. | heifses Kupfer 400° C. |
|---|---|---|---|
| 0,00 | 92,30 | 92,30 | 92,30 |
| 0,25 | 81,10 | - | - |
| 0,50 | 77,45 | 62,10 | 14,40 |
| 1,00 | 73,30 | 51,52 | 9,90 |
| 1,50 | 70,40 | 46,12 | 6,68 |
| 2,00 | 68,20 | 42,82 | 4,95 |
| 2,50 | 66,55 | - | - |
| 3,00 | 65,30 | 38,32 | 2,85 |
| 4,00 | 63,40 | 35,82 | 2,02 |
| 5,00 | 62,00 | 33,97 | 1,50 |
| 6,00 | 60,85 | 32,32 | 1,35 |
| 7,00 | 59,95 | 30,82 | 1,28 |
| 8,00 | 59,20 | 29,62 | 1,13 |

II. Versuche mit klarem Bergkrystall.

| Angewandte Wärmequellen. | Impuls auf das Galvanometer durch ihre freie Strahlung. | Entsprechende Kräfte. | Zahlenwerth, angenommen für diese Kraft in d. Reihe. |
|---|---|---|---|
| Flamme einer Locatellischen Lampe, deren Durchgang beim Probeglas = 49,4 | 34°,34 | 39,09 | 100 |
| Glühendes Platin | 35 ,02 | 39,67 | 100 |
| Knpfer von 400° C. | 34 ,91 | 39,56 | 100 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| c | 1 ,053 | | 64,88 |
| *d* | 1 ,174 | 75,96 | 64,01 |
| *e* | 1 ,933 | 73,40 | 60,78 |
| *f* | 2 ,843 | 72,00 | 57,90 |
| *g* | 3 ,792 | 71,02 | 55,88 |
| *h* | 5 ,023 | 70,40 | 53,35 |
| *i* | 5 ,936 | 69,89 | 51,38 |
| *k* | 7 ,155 | 69,58 | 49,50 |
| *l* | 8 ,122 | 68,82 | 48,20 |

**Abscissen und Ordinaten, aus obigen Resultaten a Millimetern.**

| Abscissen. | Ordinaten. Locatellische Lampe. | Glühende Platin. |
|---|---|---|
| 0mm,00 | 92,30 | 92,30 |
| 0 ,25 | | |
| 0 ,50 | 78,56 | 69,50 |
| 1 ,00 | 76,76 | 65,10 |
| 1 ,50 | 74,76 | 62,50 |
| 2 ,00 | 73,33 | 60,55 |
| 2 ,50 | 72,46 | |
| 3 ,00 | 71,79 | 57,55 |
| 4 ,00 | 70,79 | 55,30 |
| 5 ,00 | 70,19 | 53,30 |
| 6 ,00 | | |

III. Versuche mit Rauchtopas.

| Angewandte Wärmequellen. | Impuls auf das Galvanometer durch ihre freie Strahlung. | Entsprechende Kraft. | Zahlenwerth, angenommen für diese Kraft, in d. Reihe. |
|---|---|---|---|
| Flamme einer Locatellischen Lampe, deren Durchgang bei dem Probeglase =52,63 | 34°,80 | 39,46 | 100 |
| Glühendes Platin | 35 ,10 | 39,75 | 100 |
| Heifses Kupfer von 400° C. | 34 ,99 | 39,71 | 100 |

| Platten | | Wärmedurchlässe | | |
|---|---|---|---|---|
| Bezeichnung. | Dicken. | Locatellische Lampe. | Glühendes Platin. | Heifses Kupfer 400° C. |
| | 0mm,000 | 92,30 | 92,30 | 92,30 |
| *a* | 0 ,364 | 82,96 | 71,25 | 17,50 |
| *b* | 1 ,238 | 77,16 | 63,55 | 10,97 |
| *c* | 1 ,705 | 75,84 | 61,12 | 9,90 |
| *d* | 2 ,010 | 75,21 | 60,37 | 9,10 |
| *e* | 3 ,478 | 72,34 | 56,25 | 7,42 |
| *f* | 4 ,468 | 70,77 | 53,62 | 6,67 |
| *g* | 86 ,000 | 59,02 | 35,00 | 0,65 |

Abscissen und Ordinaten, aus obigen Resultaten abgeleitet, in Millimetern.

| Abscissen | Ordinaten. | | |
|---|---|---|---|
| | Locatellische Lampe. | Glühendes Platin | Kupfer. 400° C. |
| 0mm,0 | 92,30 | 92,30 | 92,30 |
| 0 ,5 | 81,72 | 70,02 | 15,42 |
| 1 ,0 | 78,57 | 64,97 | 12,27 |
| 2 ,0 | 75,07 | 60,32 | 9,17 |
| 3 ,0 | 73,07 | 57,37 | 7,77 |
| 4 ,0 | 71,42 | 54,77 | 6,97 |
| 86 ,0 | 59,02 | 35,00 | 0,65 |

IV. Versuche mit gereinigtem Rüböl.

| Angewandte Wärmequellen. | Impuls auf das Galvanometer durch ihre freie Strahlung. | Entsprechende Kraft. | Zahlenwerth, angenommen für diese Kraft in d. Reihe. |
|---|---|---|---|
| Flamme einer Locatellischen Lampe, deren Durchgang bei dem Probeglase = 57,7 | 35°,38 | 40,00 | 100 |
| Glühendes Platin | 35 ,38 | 40,15 | 100 |

| Rübölschichten. | | Wärmedurchgänge. | |
|---|---|---|---|
| Bezeichnung. | Dicke. | Locatelli's Lampe. | Glühendes Platin. |
| : | 0mm,000 | 92,30 | 92,30 |
| *a* | 0 ,397 | 67,53 | 35,64 |
| *b* | 0 ,743 | 53,53 | 27,54 |
| *c* | 1 ,278 | 44,35 | 19,92 |
| *d* | 2 ,412 | 33,09 | 15,29 |
| *e* | 3 ,485 | 29,01 | 12,67 |
| *f* | 4 ,621 | 26,58 | 11,20 |
| *g* | 5 ,773 | 24,10 | 10,21 |
| *h* | 6 ,812 | 22,73 | 9,21 |
| *i* | 8 ,490 | 21,25 | 7,94 |
| *k* | 11 ,598 | 20,75 | 6,57 |
| *l* | 50 ,000 | 12,50 | 2,12 |
| *m* | 100 ,000 | 8,08 | 1,24 |
| *n* | 150 ,000 | 6,05 | |
| *o* | 200 ,000 | 5,33 | |

Abscissen und Ordinaten, aus obigen Resultaten abgeleitet, in Millimetern.

| Abscissen. | Ordinaten. Locatelli's Lampe. | Glühendes Platin. |
|---|---|---|
| 0mm,00 | 92,30 | 92,30 |
| 0 ,25 | | |
| 0 ,50 | 64,00 | 31,97 |
| 1 ,00 | 48,30 | 22,72 |
| 1 ,50 | 41,00 | 18,62 |
| 2 ,00 | 36,05 | 16,27 |
| 2 ,50 | 32,65 | |
| 3 ,00 | 30,55 | 13,57 |
| 4 ,00 | 27,75 | 11,92 |
| 5 ,00 | 25,65 | 10,77 |
| 6 ,00 | 23,85 | 9,77 |
| 7 ,00 | 22,60 | 8,87 |
| 8 ,00 | 21,70 | 8,12 |
| 9 ,00 | 21,20 | 7,52 |
| 10 ,00 | 20,95 | 7,12 |
| 11 ,00 | 20,85 | 6,72 |

## V. Versuche mit destillirtem Wasser.

| Angewandte Wärmequellen. | Impuls auf das Galvanometer durch ihre freie Strahlung. | Entsprechende Kraft. | Zahlenwerthe, angenommen für diese Kraft, in d. Reihe. |
|---|---|---|---|
| Flamme einer Locatellischen Lampe, deren Durchgang bei dem Probeglase =50,2 | 34°,92 | 39,58 | 100 |
| Glühendes Platin | 35 ,30 | 39,95 | 100 |

| Wasserschichten. | | Wärmedurchgänge. | |
|---|---|---|---|
| Bezeichnung. | Dicke. | Locatelli's Lampe. | Glühendes Platin. |
| | 0mm,000 | 92,30 | 92,30 |
| *a* | 0 ,397 | 27,03 | 10,00 |
| *b* | 0 ,743 | 21,94 | 7,20 |
| *c* | 1 ,278 | 17,38 | 4,45 |
| *d* | 2 ,412 | 12,62 | 2,55 |
| *e* | 3 ,485 | 10,47 | 1,67 |
| *f* | 4 ,621 | 9,42 | 1,28 |
| *g* | 5 ,773 | 8,71 | 1,02 |
| *h* | 6 ,812 | 8,46 | 0,82 |
| *i* | 8 ,490 | 7,91 | 0,45 |
| *k* | 11 ,598 | 7,63 | Spuren |
| *l* | 50 ,000 | 2,39 | 0,00 |
| *m* | 100 ,000 | 1,28 | 0,00 |
| *n* | 150 ,000 | 0,71 | 0,00 |

Abscissen und Ordinaten, abgeleitet aus obigen Resultaten, in Millimetern.

| Abscissen. | Ordinaten. Locatelli's Lampe. | Ordinaten. Glühendes Platin. |
|---|---|---|
| 0mm,00 | 92,30 | 92,30 |
| 0 ,25 | | |
| 0 ,50 | 25,08 | 8,70 |
| 1 ,00 | 19,33 | 5,70 |
| 1 ,50 | 15,98 | 4,15 |
| 2 ,00 | 13,88 | 3,15 |
| 2 ,50 | | |
| 3 ,00 | 11,43 | 2,00 |
| 4 ,00 | 10,03 | 1,45 |
| 5 ,00 | 9,11 | 1,10 |
| 6 ,00 | 8,55 | 0,95 |
| 7 ,00 | 8,23 | 0,75 |
| 8 ,00 | 8,00 | 0,55 |
| 9 ,00 | 7,83 | 0,45 |
| 10 ,00 | 7,73 | 0,35 |
| 11 ,00 | 7,68 | 0,30 |

Wenn man die in vorstehenden Tafeln enthaltenen Zahlen in ihrem allgemeinen Gange untersucht, und, um diefs besser zu thun, die Curven, welche daraus entspringen, graphisch construirt, so sieht man zunächst die Coordinaten, welche die durchgelassene Fluth vorstellen, ausgehen von der Höhe 92,3, welche den Durchlafs für die Dicke Null bedeutet; dann sieht man sie mehr oder weniger rasch gegen die Axe sich verkürzen, aber immer rascher in den ersten Dicken; hierauf verlangsamt sich ihre Abnahme, und über eine gewisse Dicke hinaus ist ihre Veränderung für eine Dicke von einem Millimeter kaum merklich; so dafs die Curve von nun an asymptotisch gegen ihre Axe herabsteigt, um sich erst für eine unendliche Dicke mit ihr zu vereinigen, gleichwie wenn es erst eine unendliche Dicke wäre, bei welcher die letzten Portionen der durchgelassenen Fluth mathematisch erlöschen müfsten. Und wirklich kommt diese Folgerung auch überein mit der exponentiellen Auslöschungsweise, welche wir an den einzelnen Wärmebündeln der gesammten Fluth erkannt haben.

Da jedes der Wärmebündel nach einer ihm eignen geometrischen Progression erlischt, so ist leicht zu ersehen, dafs die gesammte Fluth nicht nach einer solchen Progression erlöschen kann. Diefs ist auch leicht an den graphischen Curven nachzuweisen. Denn wenn man an irgend einem ihrer Punkte die Gröfse der Ordinate und die Neigung der Tangente gegen die Axe nimmt, so bestimmen diese beiden Elemente zusammen die einfache logarithmische Linie, welche die Curve in diesem Punkte berühren würde. Nun aber ist die Basis dieser logarithmischen Linie genau das Verhältnifs der mittleren geometrischen Progression, welche die Fluth während einer unendlich kleinen Zwischenzeit befolgt; und so sieht man sie beständig sich verzögern in dem Maafse als die Dicke wächst. Wirklich verliert die gesammte Fluth bei jedem kleinen Dickenanwuchs allmälig diejenigen seiner Bündel,

deren Progressionen die raschesten sind, oder wenigstens hört die Intensität derselben auf physisch merkbar zu seyn, so dafs die gesammte Fluth mit jedem Schritt immer an Durchgänglichkeit zu gewinnen scheint, wenn sie blofs immer mehr gereinigt wird.

Die Wirklichkeit dieser Trennungsweise läfst sich bei allen Arten von Wärmequellen und absorbirenden Platten leicht nachweisen, wenn man die Eigenschaften der directen und der durch Platten von verschiedener Dicke gegangenen Fluth vergleichend studirt. Nehmen wir als Beispiel die Strahlung der vom Bergkrystall durchgelassenen Fluth, deren Resultate S. 263 angeführt sind. Wenn der Krystall, den man sie durchdringen läfst, blofs $\frac{1}{2}$ Millimeter Dicke hat, so verliert sie darin 13,75 Theile ihrer Intensität auf 92,30. Wenn man sie nach diesem Durchgang eine zweite Platte durchdringen läfst, und mittelst Rechnung die von den Reflexionen bewirkten Verlüste ergänzt, so verliert sie auf dieser zweiten Bahn nur 1,8 auf 78,56. Nachdem sie so drei Millimeter in einer einzigen zusammenhängenden Dicke durchdrungen hat, ist der Verlust durch die Absorption in einer neuen Dicke von $\frac{1}{2}$ Millimeter nur noch ein Bruch von einem Theil, und so nimmt er fortwährend ab, bis er in diesem Intervall von einem halben Millimeter unmerklich geworden ist. Bietet man dann der durchgelassenen Fluth eine neue Platte von $\frac{1}{2}$ Millimeter dar, so verhält diese sich fast wie eine Steinsalzplatte; sie giebt alsdann keine anderen wahrnehmbaren Verlüste, als die, welche sie durch die Reflexionen bewirkt, und man mufs weit stärkere Dicken anwenden, um mefsbare Absorptionsresultate zu erhalten. Diefs rührt nun aber nicht von der absoluten Schwächung der Fluth her, denn bei diesen Dicken werden noch 70 Theile von 100 einfallenden durchgelassen. Nachdem die Fluth sonach gereinigt ist, so dafs die übriggebliebenen Bündel ein Millimeter Bergkrystall fast ohne Verlust durchdringen können, so sind diese Bündel doch

bei weitem noch nicht geschickt Glas oder jede andere Substanz zu durchdringen. Denn vom Glase z. B. bewirken successive Dicken von $\frac{1}{2}$ Millimeter anfangs bedeutende Trennungen und Absorptionen, und darauf werden sie nach und nach schwächer, dabei einen analogen Gang befolgend, wie den, welchen die directe Fluth beim Durchgange durch den Krystall gezeigt hatte. Nach einer gewissen Dickengränze, welche für das Glas 7 bis 8 Millimeter beträgt, wird der Rest der Fluth, der noch sehr bedeutend ist, mit aufserordentlicher Langsamkeit geschwächt, und weiterhin pflanzt er sich fort, ohne aufzuhören merklich zu seyn, so dafs neue dünne Glasplatten sich fast wie Steinsalz verhalten. Eben so verhält es sich, wenn man der Fluth, statt des Glases, Platten von Bergkrystall darbietet. Allein die so gereinigte Fluth ist es nur für diese beiden Substanzen, nicht für Wasser, Oel oder Alaun, denn diese Substanzen finden noch bedeutende Unterschiede in den Wärmebündeln, welche für den Bergkrystall oder das Glas gereinigt scheinen. Hr. Melloni hat in dieser Art eine grofse Anzahl von Versuchen gemacht, von denen einige, begleitet von genauen Messungen, sich in diesem Bericht angewandt befinden. Sie liefern dem Physiko-Mathematiker die ersten nothwendigen Elemente zur Abschätzung der Bedingungen, welche die Wärmebündel gleich oder ungleich absorbirbar in den beobachteten Substanzen machen. Diefs Feld ist unermefslich, und es liefsen sich darauf zur Ermittlung der Eigenthümlichkeit des Wärmestoffs, so wie der Wirkungsweise, durch welche Körper denselben absorbiren können, Versuche von aufserordentlichem Nutzen anstellen.

Nach dem, was wir so eben über die Experimentalanalyse der Wärmefluthen, sowohl vor als nach ihrem Durchgang durch diaphane Platten, auseinandersetzten, ist ersichtlich, dafs die Resultate ihres Durchgangs, wie wir schon gesagt, nur durch den Verein einer unendli-

chen Zahl von geometrischen Progressionen dargestellt werden können, folglich nur durch Exponentialglieder, die in ihrer Grundzahl und den sie multiplicirenden Coëfficienten ganz verschieden von einander sind, um einer unendlichen Anzahl dieser Progressionen zu entsprechen, die zu den verschiedenen Wärmebündeln gehören, aus welchen eine Wärmefluth besteht, selbst aller Wahrscheinlichkeit nach alsdann, wenn sie von einem unendlich kleinen Stück des strahlenden Körpers herrührt.

Defsungeachtet kann man in der unvermeidlichen Unbestimmtheit, welche die betrachtete Aufgabe unter allgemeinem und mathematischem Gesichtspunkt annimmt, gewisse allgemeine Resultate erkennen, die nothwendig in allen durchgelassenen Fluthen vorhanden sind, und welche, wohl festgestellt, die Analyse und die Angabe der Charaktere dieser Fluthen für die Physiker auffallend erleichtern.

Der Gang einer jeden geometrischen Progression läfst sich immer ausdrücken durch ein Exponentialglied von der Form $a^x$, worin $a$ eine Constante und $x$ eine Variable, die den Rang der Glieder vorstellt, hier den verschiedenen Dicken entspricht. Ein solcher Ausdruck, nach Potenzen der Variablen in einer Reihe entwickelt, wird allgemein:

$$1 + x \log_1 a + \frac{x^2}{1.2} \log^2{}_1 a + \frac{x^3}{1.2.3} \log^3{}_1 a + \ldots$$

wobei der dem Logarithmen angehängte Index anzeigt, dafs es ein hyperbolischer Logarithme sey. Bekanntlich wird eine Reihe von dieser Form zuletzt immer convergirend, wie auch $a$ und $x$ beschaffen seyen, sobald man sie nur hinlänglich lang fortsetzt. Will man aber, dafs sie von ihren ersten Gliedern an für gewisse gegebene Werthe der Variabeln $x$ convergirend werde, so kann diefs nur unter der Bedingung geschehen, dafs der Zahlenwerth von $\log_1 a$ innerhalb gewisser zweckmäfsiger Gränzen eingeschlossen sey. Ist z. B. $a$ ein sehr kleiner Bruch, so wird

wird $log_1 a$ eine bedeutende negative Zahl seyn, und alsdann wird die Reihe nur für sehr kleine Werthe von $x$ unmittelbar convergirend. Wenn $a$, obgleich ein Bruch, wie immer bei den absorbirbaren Fluthen, sich mehr der Einheit nähert, so fängt $log_1 a$ an ein Bruch zu werden, welcher die Convergenz bei gröfseren Werthen von $x$ gestattet, und wenn endlich $a$ sehr wenig von der Einheit abweicht, kann die unmittelbare Convergenz bei immer gröfseren Werthen von $x$ stattfinden.

Alle diese verschiedenen Abstufungen der Werthe finden sich im Allgemeinen in dem Verein einer unendlichen Zahl von Exponentialgröfsen, aus denen immer eine Wärmefluth besteht; allein die einen oder andern herrschen darin ungleich vor, je nach der Natur der Quelle, welche die Fluth aussendet, und wie diese Natur auch beschaffen seyn mag, so bleiben doch jenseits gewisser Dickengränzen blofs die langsamsten (Exponentialgröfsen) übrig. Zur Fixirung der Ideen wollen wir *rasche* Exponentialgröfsen diejenigen nennen, welche bei Hrn. Melloni's Transmissionsphänomenen physisch schon bei einer Dicke von 1 oder 2 Millimeter ausgelöscht werden. *Mittlere* mögen diejenigen heifsen, die bis zu Dicken von 7 oder 8 Millimetern wahrnehmbare Effecte geben und darüber hinaus physisch unmerklich werden. Endlich wollen wir *langsame* Exponentialgröfsen diejenigen nennen, deren Basen so wenig von der Einheit abweichen, dafs ihre physischen Effecte, obwohl mit immer schwächerer und schwächerer Intensität, wahrnehmbar bleiben in der ganzen Reihe von Dicken, bis zu welchen die Beobachtungen sich ausdehnen lassen.

Diefs angenommen, werden nun die von uns *rasche* genannten Exponentialgröfsen physisch ausgelöscht seyn, sobald die Transmissionsbeobachtungen die ersten Dicken, d. h. bei den von Hrn. Melloni untersuchten Substanzen, Dicken von 1 bis 2 Millimetern überschritten haben, und es werden in der durchgelassenen Fluth nur

die den beiden andern Klassen angehörigen merklich bleiben. Betrachten wir nun dann eine der so beschaffenen partiellen Fluthen, welche die gesammte Fluth zusammensetzen, und deren individuelle Form, abgesehen von der Reflexion, seyn wird:

$$\frac{i_0(m+1[w_2^{x+m+1}-w_1^{x+m+1}]}{(w_2^{m+1}-w_1^{m+1})(x+m+1)}.$$

Es kann geschehen, dafs die Gränz..Exponentialgröfsen $w_1$ und $w_2$ einiger dieser Bündel bei den betrachteten Dicken $x$ noch merklich sind; allein es kann auch geschehen, dafs die rascheste von ihnen, $w_1$, alsdann physisch ausgelöscht ist, und dann blofs $w_2$ merklich bleibt, wegen der Kleinheit von $w_1$. In diesem Fall, den wir zuvörderst discutiren wollen, reducirt sich der Ausdruck der partiellen Fluth beinahe auf:

$$\frac{i_0(m+1)w_2^{x+m+1}}{(w_2^{m+1}-w_1^{m+1})(x+m+1)},$$

wenigstens bei Dickengränzen, wie wir sie voraussetzen; und wenn man alsdann annimmt, er sey nach Potenzen von $x$ mit solcher Convergenz entwickelbar, dafs man sich mit seinem ersten Gliede begnügen könne, so giebt er:

$$\frac{i_0(m+1)w_2^{m+1}(1+x\,log_1 w_2)}{(w_2^{m+1}-w_1^{m+1})(x+m+1)}.$$

Enthält die Fluth eine beliebige, endliche oder unendliche Anzahl solcher Bündel, deren Anfangs-Intensitäten auch beliebig, aber einer gleichen Vertheilung unterworfen sind, so, wird die Constante gleich seyn in allen, so dafs sie sich in einer totalen Summe von der Form:

$$\frac{a+bx}{x+m+1}$$

vereinigen lassen, worin $a$ und $b$ zwei Constanten. Wenn nun überdiefs in der gesammten Fluth irgend eine Anzahl anderer Fluthen enthalten ist, die einer gleichen In-

tensitäts-Vertheilung unterworfen sind oder nicht, deren Exponentialgröfsen aber aufserordentlich langsam sind, weil ihre Basen sehr wenig von der Einheit abweichen, so wird, sage ich, die Gegenwart derselben diese Form nicht stören, sondern dieselbe nur noch vermehren.

Um diefs zu beweisen, mufs man wissen, dafs bei den Versuchen des Hrn. Melloni der Coëfficient $m$, welcher die Vertheilung von $i_0$ unter alle Bündel der partiellen Fluth regulirt, immer wenig von der Einheit verschieden ist, wie man diefs an den Zahlen selbst sehen wird, die wir geben werden, um ihr zu genügen. Und durch diese einzige Betrachtung kann man schon ahnen, dafs die beobachteten Resultate innerhalb der begränzten Dicken-Erstreckung, welche sie umfassen, immer sehr annähernd durch die empirische Summe von vier oder fünf einfachen Exponentialgliedern mit verschiedenen, aber constanten Coëfficienten ausgedrückt werden können, was eben so viel heifst, als alle Intensitäten und alle Verhältnisse der Progressionen zu eben so vielen Mittelwerthen gruppiren, welche hinreichen, die wirkliche Vertheilung derselben sehr annähernd vorzustellen. Wenn hiernach $\varpi_1$ und $\varpi_2$ beide sehr wenig von 1 verschieden sind, wie wir es bei den von uns betrachteten sehr wenig absorbirbaren Bündeln voraussetzen müssen, und da überdiefs die Dicken $x$, mit welchen wir uns in diesem Moment beschäftigen, wenig beträchtlich sind, nicht 7 bis 8 Millimeter übersteigen, so kann der vorstehende Ausdruck der partiellen Fluth in eine unmittelbar convergirende Reihe entwickelt werden, nach Potenzen von $(x+m+1)\log_1 \varpi_2$ und $(x+m+1)\log_1 \varpi_1$. Diefs macht den Divisor $x+m+1$ verschwinden und dann bleibt:

$$\frac{i_0(m+1)[\log_1 \varpi_2 - \log_1 \varpi_1]}{\varpi^{2\,m+1} - \varpi_1^{\,m+1}}\left[1 + \frac{(x+m+1)}{1.2}\log_1 \varpi_2 + \log_1 \varpi_1\right] + \ldots$$

Leicht zu ersehen ist, dafs wenn $(m+1)$ als wenig verschieden von 1 angenommen wird, der Coëfficient von $i_0$ aufserhalb der Parenthesen sich fast genau auf Eins reducirt, was ihn unabhängig macht von $m$; wie er aber auch beschaffen sey, so bildet er einen von $x$ unabhängigen Factor. Was die von $x$ abhängigen Glieder der Entwicklung betrifft, so wird das erste das merklichste seyn, weil die folgenden mit höheren Potenzen der Logarithmen behaftet, und letztere hier, bei unserer Voraussetzung, sehr kleine Brüche sind. Die ungemeine Kleinheit dieser Logarithmen kann sogar so weit gehen, dafs bei den beschränkten Dicken, um die es hier sich handelt, das Glied, welches mit der ersten Potenz von $x$ behaftet ist, ebenfalls fast unmerklich wird. Alsdann sieht man, dafs, bei diesen Dicken-Gränzen, sehr langsame partielle Fluthen in beliebiger Anzahl fast nur eben so viele Constanten dem Ausdruck

$$\frac{a+bx}{x+m+1}$$

hinzufügen, und also dessen Form nicht ändern. Wenn man also durch $z_x$ die Summe der ihn zusammensetzenden Fluthen bezeichnet, so hat man in den bezeichneten Fällen:

$$z_x = \frac{a+bx}{x+m+1} \ldots\ldots\ldots (1)$$

Damit alle partiellen Fluthen, welche jenseits 1 oder 2 Millimeter noch vorhanden sind, in einem einzigen Gliede vereinigt werden können, müssen offenbar diejenigen unter ihnen, deren Absorption nicht sehr langsam ist, in jedem Falle eine durch gleiche oder unendlich wenig verschiedene Werthe von $m$ regulirte Intensitäts-Vertheilung haben. Der Vergleich der Beobachtungen mit dieser Formel wird entscheiden, ob dem so sey.

In der That ist die durch die Gleichung (1) ausgedrückte Form die einer gleichseitigen Hyperbel, deren Asymptoten beziehungsweise parallel sind den Axen der

Coordinaten $x$ und $y$. Lassen sich nun die Curven der Wärmefluthen über 1 oder 2 Millimeter hinaus bis zu 7 oder 8 Millimeter, d. h. innerhalb der Gränzen, wo die Transmissionsmessungen am sichersten sind, allgemein so darstellen, oder nicht? Diese Frage ist nach den bekannten Eigenschaften der gleichseitigen Hyperbel leicht zu beantworten. Und versucht man diefs, so findet man sie nicht blofs richtig, sondern in einigen Fällen, wahrscheinlich durch eine besonders regelmäfsige Intensitätsvertheilung, sogar die feinsten Eigenschaften der gleichseitigen Hyperbel auffallend und auf einer grofsen Strecke bestätigt. Diefs findet z. B. statt bei dem Durchgang der Strahlung der Locatellischen Lampe durch Glas. Von der Dicke $1^{mm},5$ bis zu $8^{mm}$ findet sowohl graphisch als numerisch zwischen den beobachteten Durchgängen und dem Gange einer gleichseitigen Hyperbel, bezogen auf Asymptoten, die den $x$ und $y$ parallel sind, kein angebbarer Unterschied statt.

Ist diefs Resultat einmal bekannt, so kann man es bei den Zahlen selbst, welche die Transmissionen ausdrücken, leicht nachweisen; denn es folgt daraus, dafs in den Dicken-Gränzen, um die es sich handelt, das Product $(x+m+1)z_x$ von der Form $a+bx$ ist, d. h. linear in $x$. Alles läuft also darauf hinaus, dafs man sehe, ob es möglich sey, eine Constante $m$ zu finden, die, zu $x+1$ hinzugefügt, Producte $(x+m+1)z_x$ gebe, deren Unterschiede innerhalb der von uns bezeichneten Dicken-Gränzen, beinahe constant seyen. Wenn sich diefs ausführen läfst, ist klar, dafs bei dem Durchgang einer nämlichen Strahlung, die Aehnlichkeit oder die Verschiedenheit der Constanten für verschiedene Platten ohne alle Hypothese die Verschiedenartigkeit der diesen Platten eigenen und durch sie in die durchgelassene Fluth eingeführten Abänderungen nachweifst, ungeachtet diese in den verschiedenen so verglichenen Fällen ursprünglich von einerlei Beschaffenheit war.

Um einige Beispiele von dieser Anwendung zu geben, wollen wir mit dem Glase anfangen. Zu jeder Dicke $x$, welche eine ganze Zahl von Millimetern gröfser als 1 ausdrückt, fügen wir die Constante $+2{,}94118$ hinzu, welche hier $m+1$ repräsentiren wird; mit der Summe $x=2{,}94118$ multipliciren wir respective jede entsprechende beobachtete Transmission $z_x$, was freilich die etwa in den Beobachtungen enthaltenen Fehler bedeutend vergröfsert. Nachdem solchergestalt die Reihe der Producte $(x+m+1)z_x$ von Millimeter zu Millimeter von 1 bis 8 gebildet ist, nehmen wir ihre successiven Differenzen, um zu sehen, ob sie beinahe constant sind, dabei jedoch gewärtigend, dafs die erste, von der Abcisse $x=1$ abhängige, dem Anfangspunkt wohl zu nahe seyn könnte, um genau unter denselben Bedingungen der Entwicklung enthalten zu seyn. Sonach haben wir die folgende Tafel:

| Dicken in Millimetern. | Producte $(x+m+1)z_x$. | Das Erste fortgenommen. | Erste Unterschiede. |
|---|---|---|---|
| 1 | 288,888 | | |
| 2 | 336,988 | 288,888 | 48,100 |
| 3 | 387,959 | 336,988 | 50,971 |
| 4 | 440,071 | 387,959 | 52,112 |
| 5 | 492,353 | 440,071 | 52,282 |
| 6 | 544,071 | 492,353 | 51,718 |
| 7 | 595,974 | 544,071 | 51,903 |
| 8 | 647,718 | 595,974 | 51,744 |

Blofs der erste Unterschied weicht ein wenig von den übrigen ab, wie zu erwarten stand; der Rest bietet nur sehr kleine und unregelmäfsige Ungleichheiten dar, so dafs es nicht unmöglich ist, dafs sie von den Beobachtungen erzeugt wurden.

Diefs Gesetz als physisch richtig angenommen, ist die Gleichung der daraus hervorgehenden gleichseitigen Hyperbel:

$$z_x = \frac{233{,}413 + 51{,}788 \, . \, x}{x + 2{,}94118},$$

was einerlei ist mit:

$$z_x = 79{,}360 - \frac{27{,}572\,x}{x + 2{,}94118}.$$

Mit dieser Formel sind die absoluten Werthe der zu verschiedenen Dicken gehörigen Durchlässe berechnet, und man liefs sogar den Zweig der Hyperbel gegen den Ursprung zurückgehen, um den nicht darin begriffenen Theil der raschen Fluth darin zu erkennen. Folgendes sind die Resultate:

| Dicken in Millimetern. | Hyperbolische Fluth. | Beobachtete Gesammtfluth. | Unterschiede, herrührend von den raschen Exponentialgröfsen. |
|---|---|---|---|
| 0, | 79,36 | 92,30 | +12,94 |
| 0,25 | 77,2 | 81,1 | + 3,9 |
| 0,5 | 75,36 | 77,45 | + 2,09 |
| 1,0 | 72,36 | 73,30 | + 0,94 |
| 1,5 | 70,23 | 70,40 | + 0,17 |
| 2,0 | 68,2 | 68,2 | 0,00 |
| 3,0 | 65,44 | 65,3 | — 0,14 |
| 4,0 | 63,47 | 63,40 | — 0,07 |
| 5,0 | 62,0 | 62,0 | 0,00 |
| 6,0 | 60,86 | 60,85 | — 0,01 |
| 7,0 | 59,95 | 59,95 | 0,00 |
| 8,0 | 59,2 | 59,20 | 0,00 |

Man sieht, dafs die hyperbolische Entwicklung von 1,5 bis 8 Millimetern den ganzen merklichen Theil der Fluth enthält; weil also alle Exponentialgröfsen, welche ihn erzeugten, sicher in der gesammten Fluth vor diesem Gliede vorhanden waren, und sie sich nur noch mehr annähernd durch den Hyperbelzweig entwickelt darin befinden können, wenn man diesen rückwärts führt, und die Producte, welche er giebt, von der gesammten Fluth abzieht, so wird der Rest ohne alle Hypothese den Theil der durchgelassenen Fluth ausdrücken, welcher von den nicht in der Entwicklung begriffenen raschen Exponentialgröfsen vorgestellt wird; und man sieht, dafs dieser

Theil für die Dicke Null, beim ersten Moment der Einführung der Wärme in die Platte, nur etwas mehr als $\frac{1}{7}$ der gesammten Fluth ausmacht.

Eben so wie der so rückwärtsgeführte Hyperbelzweig nur diese erste Portion der Fluth umfassen kann, eben so kann man ihn nicht unbegränzt auf beliebige Dicken über 8 Millimeter hinaus erstrecken, weil die Reihen, welche er vorstellt, dann nicht mehr auf die erste Potenz von $x$ beschränkt werden könnten. Auch sehen wir hier, daſs der Hyperbelzweig, bei unendlicher Verlängerung, 51,788 zur Asymptote haben würde, was gegen die physische Wirklichkeit spräche, daſs diese bedeutende Portion der Fluth unauslöschlich wäre, selbst im Unendlichen. Dem ist aber nicht mehr so, wenn man statt den Einfluſs der sehr langsamen Fluthen als beinahe constant zu betrachten, wie man es bei den ersten Dicken thun kann, ihre wahre Exponentialform wieder herstellt, und die von den Beobachtungen angezeigten numerischen Elemente damit verknüpft.

Alle anderen, von Hrn. Melloni beobachteten Transmissions-Reihen geben analoge Resultate, bei welchen bloſs die Constanten mit der Natur der absorbirenden Platten wechseln, selbst wenn die angewandte Wärmequelle nicht verändert wird; dieſs beweist wohl, daſs jede Platte ein eigenes Vermögen besitzt, eine und dieselbe Fluth nach ihrem Gefallen abzuändern. Um diese leicht begreiflichen Einzelnheiten nicht unnöthig zu vermehren, wollen wir bloſs noch den Durchgang der Strahlung der Locatellischen Lampe durch Bergkrystall anführen, weil sie in dem Zahlenwerth der Constanten $m+1$ eine bedeutende Unähnlichkeit mit dem Glase darbietet. Wie wir gesehen, kann man sie beim Glase sehr passend gleich 2,94118 annehmen; bei dem Bergkrystall dagegen hält sich, wenn man $m+1$ gleich Null nimmt, die Aequidifferenz der Producte $(x+m+1)z_x$ beinahe genau von 1 bis 8 Millimeter, wie es die folgende, aus

den beobachteten und S. 263 angeführten Zahlen hergeleitete Tafel erweist:

| Abscissen in Millimetern. | Product $x z_x$. | Um eins verschoben. | Erste Unterschiede. |
|---|---|---|---|
| 1 | 76,76 | | |
| 2 | 146,66 | 76,76 | 69,90 |
| 3 | 215,37 | 146,66 | 68,71 |
| 4 | 283,16 | 215,37 | 67,79 |
| 5 | 350,95 | 283,16 | 67,79 |
| 6 | 418,74 | 350,95 | 67,79 |
| 7 | 486,43 | 418,74 | 67,79 |
| 8 | 554,64 | 486,43 | 68,21 |

Diese Resultate führen, was die Natur der Entwicklung betrifft, zu denselben Folgerungen wie die beim Glase. Die gleichseitige Hyperbel, die sich aus ihnen ergiebt, ist:

$$z_x = \frac{10,8667 + 67,9967 \,.\, x}{x},$$

oder, was auf dasselbe hinausläuft:

$$z_x = 67,9967 + \frac{10,8667}{x}.$$

Man kann den Hyperbelzweig hier nicht physisch bis zur Dicke Null zurückführen, weil diefs $z_x$ unendlich gäbe. Diefs beweist, dafs in dem vollständigen Ausdruck von $z_x$ partielle Fluthen vorhanden sind, deren langsame Exponentialgröfse allein in die gegenwärtige Entwicklung eingetreten ist, indem die rasche Exponentialgröfse, welche den Ausdruck vervollständigen würde, bei den Dikken, worauf der Hyperbelzweig sich erstreckt, erlöscht ist. Diese, übrigens leicht begreifliche, analytische Wahrheit zeigt sich sogleich, wenn man die Entwicklung zu ihrer vollständigen Form wieder herstellt. Allein man kann wenigstens den Hyperbelzweig auf die zwischen 1 und 8 liegenden Transmissionen anwenden, und sehen, wie er hier wieder hervortritt. Diefs ist der Gegenstand der folgenden Tafel, wie vorhin bei dem Gase:

| Abscessen in Millimetern. | Hyperbolische Fluth. | Beobachtete Gesammtfluth. | Unterschiede, herrührend von den raschen Exponentialgröfsen. |
|---|---|---|---|
| 1,0 | 78,86 | 76,76 | +2,10 |
| 1,5 | 75,24 | 74,76 | +0,48 |
| 2 | 73,43 | 73,33 | +0,10 |
| 2,5 | 72,34 | 72,46 | —0,12 |
| 3 | 71,62 | 71,79 | —0,17 |
| 4 | 70,71 | 70,79 | —0,08 |
| 5 | 70,17 | 70,19 | —0,02 |
| 6 | 69,81 | 69,79 | +0,02 |
| 7 | 69,55 | 69,49 | +0,06 |
| 8 | 69,35 | 69,32 | +0,02 |

Man sieht, dafs die raschen Exponentialgröfsen schon bei einer Dicke von 1 oder 1,5 Millimeter erlöscht seyn müssen; und von da ab bis 8 Mm. genügt der sehr von dem beim Glase verschiedene Hyperbelzweig den Beobachtungen bis auf unbedeutende Unterschiede.

Eben so haben wir alle übrigen, von Hrn. Melloni beobachteten Transmissionsreihen behandelt, und wir werden sogleich die daraus hervorgehenden Formeln für die hyperbolische Entwicklung anführen. Um den Werth der Zahl $m+1$ zu finden, welcher jeder von ihnen am besten zu entsprechen schien, haben wir successiv die bei 1 bis 8 Millimeter Dicke beobachteten Transmissionen $z_x$ genommen und sie respective multiplicirt mit der Dicke $x$, vermehrt um eine ganze Zahl wie 1, 2, 3, bis die so erhaltenen Producte sich möglichst der Acquidifferenz näherten, worauf intermediäre Versuche uns den Bruch gaben, welcher die so approximativ erhaltene ganze Zahl vervollständigte. Zur Abkürzung der Ausdrücke werden wir von jetzt an die Zahl $m+1$ blofs durch den Buchstaben $n$ bezeichnen.

Jetzt blieb noch übrig hieraus vollständige Ausdrücke herzuleiten, welche auf beliebige Dicken angewandt wer-

den konnten. Wenn nun die vorstehenden Betrachtungen physisch richtig sind, müfste man dahin gelangen, wenn man die hyperbolischen Formeln betrachtete als die Ausdrücke der Glieder von der Entwicklung der bestimmten Integrale, durch welche die gesammte Fluth streng für alle Dicken ausgedrückt wird. Freilich ist das Problem unter diesem Gesichtspunkt unbestimmt, weil eine und dieselbe hyperbolische Entwicklung in ihren ersten Gliedern durch eine Unzahl von Gruppen bestimmter Integrale, welche eben so viele partielle Fluthen von der auf S. 252 gegebenen Form vorstellen, wiedergegeben werden kann. Allein beim gegenwärtigen Zustand der Beobachtungen ist diese Unbestimmtheit unvermeidlich; nur dann wäre es besser hier Vereine von dergleichen Integralen aufzusuchen, die, mit der möglich geringsten Complication, fähig wären die von der Erfahrung gelieferten hyperbolischen Entwicklungen wiederzugeben und die Beobachtungen vorzustellen, nicht blofs für die beschränkten Dicken, wo diese Entwicklungen anwendbar sind, sondern für irgend welche Dicken, übereinstimmend mit den Gränzen, welche die physischen Inductionen alsdann für die nicht mehr zu beobachtenden Transmissionen anzeigen; diefs haben wir für alle Reihen des Hrn. Melloni gethan, und die vollständigen Ausdrücke, welche wir daraus gezogen, sämmtlich verknüpft mit den hyperbolischen Entwicklungen, werden den Vortheil haben, sie zu bestätigen, zu gleicher Zeit, wo wir dieselben bestätigen durch ihren Vergleich mit einigen bei gröfseren Dicken beobachteten Transmissionen, welche zu ihrer Feststellung nicht angewandt werden konnten. Wir wiederholen jedoch, dafs wir diese Formeln nicht als die einzigen und absoluten aufstellen, sondern als die einfachsten vollständigen Ausdrücke, welche sich uns darboten.

(Fortsetzung folgt.)

## IV. *Optische Beobachtung an Boraxkrystallen. Aus einem Schreiben an Hrn. Arago von Hrn. Talbot.*

Ich bitte Sie folgende Zeichnung, welche ich mit Hülfe des polarisirenden Mikroskops von einigen kreisrunden Boraxkrystallen gemacht habe, der Academie vorzulegen, falls sie diefs für pafslich halten.

Man sieht zugleich mehre dieser Krystalle von verschiedener Gröfse und verschiedener Färbung. Was ihre Entstehung betrifft, so scheint sie mir ziemlich gut durch die Annahme erklärlich, dafs dieselben aus einer Unzahl von einem Punkte auslaufender Nadeln bestehen. Es ist diefs eine Erscheinung, die man ziemlich häufig sieht; allein hier findet das Besondere statt, dafs der optische Contact zwischen diesen Nadeln so innig ist, dafs man sie in einer dünnen Scheibe, die so klar wie Glas ist, nicht mehr unterscheiden kann. Mit dem Mikroskop zwischen zwei Polarisatoren (Turmalinen oder Nicol's Prismen) betrachtet, zeigen diese Scheiben die von mir gezeichnete Erscheinung, von der ich wünsche eine Erklärung aufgesucht zu sehen, da ich selbst keine mir genügende aufgefunden. Die Farbenkreuze mit den Scheiben sind alle unter sich parallel, wie viel Krystalle man auch auf einmal zu überblicken hat. Besonders diefs Phänomen müfste erklärt werden (s. Fig. 9 und 10 Taf. III; worin *w*=weifs; *r*=roth; *g*=grün bezeichnet). Die Figuren *a*, *b*, *c* bei den beiden Krystallen entsprechen, in der Stellung der Polarisation, den Winkeln 0°, 45°, 90°. (*Compt. rend.* 1836, *pt. I p.* 472.)

## V. *Ueber den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle. Erste Abhandlung: Turmalin;*
### *von Gustav Rose*[1]).

Es ist ein allgemeines Gesetz in der Krystallographie, dafs wenn die Kanten und Ecken irgend einer Krystallform durch hinzutretende Flächen verändert werden, diese Veränderungen die gleichen Stellen der Form stets auf eine gleiche Weise treffen; ein Gesetz, das in solcher Allgemeinheit stattfindet, dafs man dadurch im Stande ist sämmtliche Arten von Formen zu bestimmen, die bei einer Substanz möglich sind, so wie man nur eine derselben kennt. Dennoch finden von diesem Gesetze gewisse Ausnahmen statt, die indessen, wenn man von dem häufigen zufälligen Wegfallen einzelner Flächen, das mit der unregelmäfsigen Vergröfserung anderer zusammenhängt, absieht, allein darin bestehen, dafs manche einfache Formen nur mit der Hälfte ihrer Flächen vorkommen. Dadurch entstehen nun ganz neue Körper, die man *hemiëdrische* genannt hat, im Gegensatz zu den *hemoëdrischen*, die noch die volle Zahl ihrer Flächen behalten haben; wenn nun diese hemiëdrischen Formen mit anderen hemoëdrischen zusammen vorkommen, wie diefs häufig geschieht, so können natürlich nicht sämmtliche gleiche Stellen der letzteren, sondern nur die Hälfe derselben auf eine gleiche Weise verändert werden.

Die einfachen Formen werden stets dadurch hemiëdrisch, dafs die abwechselnden *Flächen*, oder die an den abwechselnden gleichen Kanten liegenden *Flächenpaare*,

1) Vorgelesen in der Academie der Wissenschaften zu Berlin am 3. November 1836.

oder die an den abwechselnden gleichen Ecken liegenden *Flächengruppen*, aus der Begränzung des Körpers ganz fortfallen, und die dazwischenliegenden den Raum allein begränzen. So entsteht z. B. durch das Fortfallen der abwechselnden Flächen aus dem Octaëder das Hemi-Octaëder oder Tetraëder, durch das Fortfallen von abwechselnden Flächenpaaren aus einem Octakisbexaëder ein Hemi-Octakisbexaëder, durch das Fortfallen von abwechselnden Flächengruppen aus einem Ikositetraëder ein Hemi-Ikositetraëder. Das Fortfallen kann bei den einen oder den andern abwechselnden Flächen, Flächenpaaren und Flächengruppen stattfinden, so dafs dadurch eine jede Form in zwei unter sich gleiche, aber in der Stellung verschiedene Formen zerfällt.

Die Gestalt einer hemiëdrischen Form hängt ganz von der Symmetrie der einfachen Form ab, woraus sie entsteht, und von der Zahl ihrer Flächen, Flächenpaare und Flächengruppen nach denen die Hemiëdrie stattfindet. Ist diese Zahl hinreichend grofs und die Symmetrie der einfachen Form dazu geeignet, so wird die entstehende hemiëdrische Form auch den Raum vollständig begränzen, ist diefs nicht der Fall, so wird sie den Raum nicht vollständig begränzen. Das erste findet statt bei den vorher angeführten Beispielen, das letzte z. B. wenn die an den einen der zwei stumpfen oder scharfen Kanten eines rhombischen Prisma's liegenden Flächenpaare, oder die an den einen der zwei Endecken eines Rhomboëders liegenden Flächengruppen fortfallen. Die hemiëdrischen Formen zerfallen hiernach also in zwei Gruppen, in *geschlossene hemiëdrische Formen* und in *ungeschlossene hemiëdrische Formen*. Letztere können natürlich nie allein vorkommen, sondern werden sich immer in Combinationen mit andern homoëdrischen oder hemiëdrischen Formen finden.

Ein anderer wesentlicher Unterschied der hemiëdrischen Formen besteht noch darin, dafs bei dem Weg-

fallen der abwechselnden Flächen, Flächenpaare und Flächengruppen die einen ihre parallelen Flächen verlieren, die andern sie beibehalten. Das Tetraëder, welches eine hemiëdrische Form des Octaëders ist, hat keine parallelen Flächen, dagegen bei den Hemi-Tetrakishexaëdern, welche die Hälftflächner der Tetrakishexaëder sind, eine jede Fläche ihre parallele hat. Die hemiëdrischen Formen zerfallen also hiernach in solche, welche parallele Flächen haben, und in solche, welche keine parallelen Flächen haben. Die ersteren heifsen *parallelflächig-hemiëdrische Formen*, die letztere will ich in dem Folgenden *polarisch-hemiëdrische Formen* nennen. Alle ungeschlossenen hemiëdrischen Formen sind auch polarisch-hemiëdrisch.

Was die Ursache der Hemiëdrie der Krystalle sey, wissen wir nicht. Haüy, welcher zuerst die ungeschlossene Hemiëdrie beobachtete, erkannte sie zuerst beim Turmalin, und da von demselben seit Aepinus bekannt war, dafs er in einen polarisch-elektrischen Zustand versetzt werden könne, und dafs seine elektrische Axe mit der krystallographischen zusammenfalle, so sah er auch in seinem elektrischen Verhalten die Ursache seiner Hemiëdrie. Später sah er auch die ungeschlossene Hemiëdrie bei dem brasilianischen Topase, dessen polarische Elektricität Canton nachgewiesen hatte, und entdeckte die elektrische Polarität des Borazites, der, da seine Krystallform die Combination des Hexaëders und eines Tetraëders darstellt, sehr deutlich polarisch hemiëdrisch ist. Diefs veranlafste ihn, in der elektrischen Polarität überhaupt die Ursache der polaren Hemiëdrie zu suchen, und letztere bei allen polarisch-elektrischen Krystallen vorauszusetzen, wo er sie auch, wegen der unausgebildeten Krystallform des einen Endes, wie bei aufgewachsenen Krystallen, nicht beobachtet hatte; eine Annahme, die sich sehr ausgezeichnet bei dem Kieselzinkerz bestätigte, dessen polarische Elektricität Haüy nachgewiesen hatte, und

von welchem später Mohs um und um ausgebildete Krystalle (vom Altenberg bei Achen) beobachtete, die sehr auffallend polarisch-hemiëdrisch waren. Haüy kehrte indessen seine Behauptung nicht um, wie denn auch viele Substanzen in Tetraëdern oder andern geschlossen-polarischen hemiëdrischen Formen bekannt sind, in welchen man keine polarische Elektricität hat erregen können, und Brewster entdeckte [1]) später eine Menge polarisch-elektrischer Körper, bei deren Krystallform, obgleich sie vollständig bekannt zu seyn scheint, keine Hemiëdrie beobachtet ist; daher man noch nicht berechtigt ist, anzunehmen, daſs polarische Elektricität und polarische Hemiëdrie stets eine Folge von einander sind. Parallelflächige hemiëdrische Formen hat man noch nie polarisch-elektrisch befunden.

Ohne weiter in die Frage über den Zusammenhang zwischen der Hemiëdrie der Körper und ihrer elektrischen Polarität einzugehen, ist es ausgemacht, daſs die ausgezeichnetsten ungeschlossenen hemiëdrischen Körper und von den geschlossenen viele polarisch-hemiëdrische Körper durch Temperatur-Veränderung stark polarisch-elektrisch werden. Es fragt sich nun, ob, wenn auch die Flächen, die an den entgegengesetzten elektrischen Polen der Krystalle vorkommen, unter einander verschieden sind, doch an den gleichen Polen stets gleiche, oder wenigstens bestimmte Flächen vorkommen, oder nicht; eine Frage die von Wichtigkeit ist, da man im ersteren Fall, nachdem die Sache einmal ausgemacht ist, schon an der Krystallform die Art der Elektricität bestimmen könnte, welche die Krystalle durch Temperatur-Veränderung erhalten, und nicht erst nöthig hätte, sie jedesmal durch einen Versuch zu bestimmen.

Haüy hatte zwar bei mehreren Substanzen die verschiedene Ausbildung der Krystalle an den elektrischen Po-

1) Poggedorff's Annalen, Bd. II S. 301 und 302.

Polen nachgewiesen, hatte aber diesen Gegenstand nicht weiter verfolgt, wenigstens ist er darüber zu keinem Resultate gelangt; denn eine Aeufserung, die er in seinem *Traité de mineralogie* [1]) bei dem Turmaline macht, dafs durch die Wärme (also offenbar bei abnehmender Temperatur) diejenigen Enden der Krystalle, an welchen sich die geringere Anzahl von Flächen fände, negativ, die anderen Enden positiv elektrisch werden, ist weder weiter bewiesen, noch in allen Fällen richtig, wie weiter unten angegeben wird. Eben so wie Haüy haben auch andere Naturforscher diesen Gegenstand nicht weiter untersucht, bis er erst wieder durch die Arbeiten von Becquerel angeregt wurde, der die schon früher von Bergmann gemachte, aber, wie es scheint, nicht sehr berücksichtigte Beobachtung bestätigte [2]), dafs die polarische Elektricität des Turmalins sich nicht sowohl in der Wärme als bei der Veränderung der Temperatur entwikkele, und dafs bei zunehmender Temperatur die Art der Elektricität an den Polen des Krystalls entgegengesetzt sey von der, die sich bei abnehmender Temperatur an den Polen wahrnehmen liefse.

Hierdurch veranlafst untersuchte Hr. Dr. Köhler mehrere Varietäten des Turmalins, Borazites und des Kieselzinkerzes, beschrieb ihre Krystallform, und führte sowohl die Flächen als auch die Art der Elektricität an, die die elektrischen Pole der Krystalle dieser Mineralien bei zu- und abnehmender Temperatur erhielten [3]). Er zeigte bei den Krystallen des Borazites und des Kieselzinkerzes, dafs hier allerdings ein ganz bestimmter Zusammenhang zwischen den Flächen und der Art der Elektricität ihrer elektrischen Pole stattfinde, bei dem Turmalin aber, der in Rücksicht seiner Krystallform viel

1) *T. III p.* 15.

2) Poggendorff's Annalen, Bd. XIII S. 629.

3) Ebendaselbst, Bd. XVII S. 148.

mannigfaltiger, als die anderen Substanzen ist, hatte er einen solchen noch nicht ausfindig gemacht. Ich war veranlafst mich bei einer Beschreibung der Mineralien des Urals, mit der ich mich beschäftigte, die hier vorkommenden Turmaline auch Rücksichts ihrer durch Temperatur-Veränderung erlangten Elektricität zu untersuchen, und bemerkte hierbei ein ganz bestimmtes Verhalten zwischen der Krystallform und der Elektricität ihrer elektrischen Pole. Ich untersuchte darauf in dieser Rücksicht alle übrigen Turmalinkrystalle der hiesigen Universitätssammlung, und da ich bei diesen nur die Bestätigung des schon bei den Uralischen Turmalinen erkannten Gesetzes fand, so kann ich nicht mehr daran zweifeln, dafs es von allgemeiner Gültigkeit sey, und nehme mir daher die Freiheit der Academie die Resultate meiner Versuche vorzulegen. Ich habe meine Versuche schon auf viele andere polarisch elektrische Krystalle ausgedehnt, deren Beschreibung ich dann später in einer Reihe von Abhandlungen nachfolgen lassen werde.

Ich habe die Versuche bis jetzt nur bei abnehmender Temperatur der Krystalle gemacht, indem ich sie erwärmte und die Art der Elektricität ihrer Pole bestimmte, während sie wiederum erkalteten. Ich erwärmte sie, indem ich sie in eine Platinschale legte, die über eine Spirituslampe mit kleiner Flamme gestellt war; oder indem ich einen Krystall mittelst einer Zange an die Spiritusflamme hielt. Man mufs sich hüten die Hitze in der Schale nicht zu grofs werden zu lassen, auch die Krystalle in die Spiritusflamme selbst zu halten, weil die durchsichtigen Krystalle in diesem Falle öfter zerspringen. Die Art der erlangten Elektricität bestimmte ich theils durch eine silberne Nadel, theils durch ein Paar Holunderkügelchen, die an die Enden einer Schellacknadel gesteckt waren. Die silberne, so wie die Schellacknadel wurden in einem kleinen Bügel von Papier liegend an einem Coconfaden aufgehängt, und der silbernen Na-

del, so wie den Holunderkügelchen durch eine geriebene Siegellackstange negative oder Harz-Elektricität mitgetheilt.

---

Die Krystallform des Turmalins ist bekanntlich rhomboëdrisch. Die Krystalle sind Combinationen der beiden sechsseitigen Prismen und eines zwölfseitigen Prisma's mit Rhomboëdern und Skalenoëdern und der geraden Endfläche. Die Prismen herrschen gewöhnlich vor, so dafs die Krystalle säulenförmig erscheinen. Unter den Rhomboëdern findet sich am häufigsten ein solches, das nach Haüy, dessen Winkelangaben bei dem Turmaline von den mit dem Reflexionsgoniometer angestellten Messungen nur wenig abweichen, in den Endkanten Winkel von 133° 26' hat. Von diesem geht man gewöhnlich bei der Beschreibung der Krystallformen des Turmalins aus, und betrachtet es als Hauptrhomboëder. Es finden sich sodann noch vorzüglich das erste schärfere und erste stumpfere Rhomboëder; von Skalenoëdern sind nur solche bekannt, die in die Kanten- und Diagonalzone des Hauptrhomboëders fallen, weshalb dieses um so mehr verdient als Hauptrhomboëder betrachtet zu werden.

Die Krystalle sind ausgezeichnet polarisch-hemiëdrisch. Die Hemiëdrie tritt bei den Rhomboëdern, Skalenoëdern, ganz vorzüglich aber bei dem ersten sechsseitigen Prisma ein. Der Hälftflächner dieses Prisma's ist ein reguläres dreiseitiges Prisma, welches zuweilen ohne Combination mit anderen Prismen vorkommt, und eine Form darstellt, die den Turmalin ganz besonders auszeichnet, da sie noch bei keinem andern Minerale beobachtet ist. Bei dem zweiten sechsseitigen Prisma habe ich die Hemiëdrie nie eintreten sehen, doch habe ich es auch nie ohne Verbindung mit dem dreiseitigen Prisma beobach-

tet [1]). Je nachdem nun in dieser Combination die Flächen des dreiseitigen Prisma's oder die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma's vorherrschen, erscheint das dreiseitige Prisma durch die Flächen des sechsseitigen Prisma's an den Kanten zugeschärft, das sechsseitige Prisma durch das dreiseitige Prisma an den abwechselnden Kanten abgestumpft. Die Flächen des Hauptrhomboëders bilden nun an den Enden des dreiseitigen Prisma's eine dreiflächige Zuspitzung, die bei dem einen Ende auf den Flächen, bei dem andern Ende auf den Kanten des Prisma's gerade aufgesetzt ist; bei dem neunseitigen Prisma, oder der Combination des zweiten sechsseitigen Prisma's mit dem dreiseitigen, eine Zuspitzung, die an dem einen Ende auf den Abstumpfungsflächen der abwechselnden Kanten, an dem andern Ende auf den unabgestumpften Kanten des sechsseitigen Prisma's aufgesetzt ist. Ich werde in dem Folgenden das erstere Ende der Krystalle der Kürze halber das Ende *A*, das letztere das Ende *B* benennen. Wie die übrigen Flächen zu dem dreiseitigen und dem neunseitigen Prisma des Turmalins hinzutreten, wird besser in den einzelnen Fällen zu bezeichnen seyn. Ich werde die untersuchten Krystalle nach den Farben reihen, und zuerst die schwarzen, dann die grünen und braunen und zuletzt die rothen anführen. Die schwarzen sind größtentheils ganz undurchsichtig, die letzteren gewöhnlich mehr oder weniger durchsichtig.

### *A.* Schwarzer Turmalin.

1) *Turmalin von Ceylon* (Fig. 1 Taf. II), ein sehr ausgezeichneter Krystall, welchen Hr. Prof. Weifs erst kürzlich für die Königl. Sammlung erworben hat. Er hat die einfachste Form, welche ich bei dem Turmalin beobachtet habe, und ist nur eine Combination des dreiseitigen Prisma's *g* mit dem Hauptrhomboëder *R*. Das

1) Vergl. unten die Beschreibung der grünen Turmaline von Campo longo am Gotthardt.

Prisma ist sehr niedrig, die Höhe des Krystalls beträgt nur etwa 6 Linien, die Breite einer Seite des Prisma's 7 Linien. Die Flächen des Krystalls sind matt, und die Kanten abgerundet und berieben, daher er wahrscheinlich ein Geschiebe aus dem Flufssande ist.

Durch Temperatur-Veränderung wird er sehr stark elektrisch. Das Ende *A* wird bei abnehmender Temperatur negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

2) *Turmalin von Arendal* (Fig. 2 Taf. II). Krystalle, die auf einem derben körnigen Turmalin aufgewachsen sind, von verschiedener Gröfse, einige bis $\frac{3}{4}$ Zoll lang und $\frac{3}{8}$ Zoll breit, andere kleiner und dünner. Die Druse, die sie bilden, ist wahrscheinlich mit einer Decke von Kalkspath bedeckt gewesen, die aber fortgebeizt ist. Die Krystalle stellen eine ähnliche Combination wie der Krystall von Ceylon dar, nur herrschen die Flächen des Prisma's vor, und an dem Ende *B* finden sich noch untergeordnet die Flächen des ersten spitzeren Rhomboëders, $2r'$. Die Krystalle sind bald mit dem einen, bald mit dem andern Ende aufgewachsen, häufiger jedoch noch mit dem Ende *B* [1]). Die Flächen des Prisma's sind geradflächig, aber dennoch stark vertical gestreift, die Rhomboëderflächen glatt, erstere sind etwas matt, letztere stark glänzend.

Die Krystalle werden nur sehr schwach elektrisch, ich habe nie eine Abstofsung der Nadel erhalten können.

3) *Turmalin von Alabaschka* bei Mursinsk im Ural,

1) Diefs Verhalten des Turmalins ist merkwürdig, und unterscheidet ihn von den meisten anderen polarisch-elektrischen Mineralien, bei denen gewöhnlich die Krystalle nicht allein von einer Druse, sondern von allen bekannten Fundörtern mit denselben Enden aufgewachsen sind, und es daher schwer fällt, wenn die Krystalle nicht auch eingewachsen vorkommen, die Krystallformen der aufgewachsenen Enden zu beobachten. Sehr auffallend sieht man diefs bei dem Mesolith, wo alle Krystalle, die man kennt, nur an *den* Enden auskrystallisirt sind, die bei abnehmender Temperatur der Krystalle positiv-elektrisch werden.

(Fig. 3 Taf. II). Die Krystalle finden sich auf gangförmigen Klüften im Granit; und sind von sehr verschiedener Dicke, zuweilen ganz nadelförmig, zuweilen aber über einen Zoll dick, und dabei 1 bis 3 Zoll und darüber lang. Sie sind in der Regel mit einem Ende aufgewachsen, kommen aber auch an beiden Enden krystallisirt vor. Sie sind Combinationen des dreiseitigen Prisma's, welches gewöhnlich vorherrscht mit dem zweiten sechsseitigen Prisma, *a*, dem Haupt- und dem ersten spitzeren Rhomboëder; das Hauptrhomboëder findet sich an beiden Enden, das andere nur an dem Ende *B*. Das unkrystallisirte Ende ist bald das Ende *A*, bald das Ende *B*, und das eine findet sich so häufig wie das andere. Die Flächen der Prismen sind gestreift und abgerundet, wodurch ein convexes dreiseitiges Prisma entsteht, die Flächen des Hauptrhomboëders sind an dem Ende *A* glatt und stark glänzend, an dem Ende *B* parallel den Kanten mit dem sich hier findenden erstem schärfe-Rhomboëder gestreift und etwas weniger glänzend; die Flächen dieses letzteren Rhomboëders sind glatt und stark glänzend.

Die Krystalle werden sehr stark elektrisch, das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

4) *Turmalin vom Zillerthal* in Tyrol. Die Krystalle sind von mittlerer Gröfse und kommen in Talkschiefer eingewachsen vor. Sie gleichen in der Form den vorigen; die Seitenflächen sind vertical gestreift, aber nicht gekrümmt; auch ist die Streifung gewöhnlich unterbrochen. Eine Streifung der Flächen des Hauptrhomboëders an dem Ende *B* ist nicht zu bemerken.

Die Krystalle werden sehr stark elektrisch und wie bei 3.

5) *Turmalin von Schneeberg* in Tyrol. Die Krystalle sind in braunen Glimmerschiefer eingewachsen, Form und elektrisches Verhalten wie bei 4.

6) *Turmalin vom Gotthardt.* Die Krystalle sind mit

Cyanit in einen ähnlichen braunen Glimmerschiefer wie 5 eingewachsen. Form und elektrisches Verhalten wie bei 3.

7) *Turmalin von Käringbricka* in Westmanland in Schweden (Fig. 4 Taf. II). Die Krystalle haben die Form der Krystalle von 3 und 4, zeigen aber an den Enden *B* noch die Flächen des ersteren stumpferen Rhomboëders $\frac{r'}{2}$, dessen Flächen als schmale Abstumpfungsflächen der Endkanten des Hauptrhomboëders erscheinen. Die Krystalle sind von kleiner und mittlerer Gröfse, und finden sich in grofser Menge in einen Quarz eingewachsen, der ein Lager im Chlorschiefer bildet, in welchem sie ebenfalls vorkommen. Die Seitenflächen sind stark gestreift und häufig etwas gekrümmt, die Rhomboëderflächen aber sehr glatt, und, bis auf die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders, die matt sind, sehr glänzend. Die Krystalle sind schon an den Kanten etwas mit braunem Lichte durchscheinend.

Sie werden stark elektrisch, das Ende *A* wird positiv-, das Ende *B* negativ-elektrisch.

8) *Turmalin von der Kenlie-Grube* bei Arendal (Fig. 5 Taf. II). Krystalle ähnlich denen von No. 2; auf derbem körnigen Turmalin aufgewachsen und mit Kalkspath bedeckt. Sie sind Combinationen des neunseitigen Prisma's mit dem Hauptrhomboëder, dem ersten spitzeren Rhomboëder, und einem Skalenoëder, 5, aus der Kantenzone des Hauptrhomboëders, welches in dieser Zone den 5fachen Cosinus in Vergleich mit dem Hauptrhomboëder hat. Sein krystallographisches Zeichen ist demnach ($\frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a : c$). Unter den Seitenflächen herrschen die Flächen des dreiseitigen Prisma's vor, die des 6seitigen Prisma's treten nur untergeordnet hinzu. Die auskrystallisirten Enden sind von sehr verschiedener Form, an dem Ende *A* finden sich nur die Flächen des Hauptrhomboëders, an dem Ende *B* das Hauptrhom-

boëder, das erste spitzere Rhomboëder und das Skalenoëder. Die Flächen des letzteren sind vorherrschend und schneiden das Rhomboëder in Kanten, die ihren Kanten mit dem sechsseitigen Prisma parallel sind. Die Flächen des ersteren spitzeren Rhomboëders bilden symmetrische Trapezoïde. Die Flächen des dreiseitigen Prisma's sind gestreift, aber gerade, alle übrigen Flächen sind glatt und stark glänzend. Am häufigsten sind die Krystalle mit den Enden *A* aufgewachsen, so dafs bei diesen die Enden *B* auskrystallisirt sind, seltener findet das Umgekehrte statt.

Die Krystalle werden durch Temperatur-Veränderung nur schwach, aber doch wahrnehmbar elektrisch. Das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

9) *Turmalin von Karosulik* in Grönland Fig. 6 Taf. II). Die Krystalle sind häufig an beiden Enden krystallisirt, und kommen einzeln oder excentrisch zusammengruppirt in bräunlichgrünen Glimmerschiefer eingewachsen vor. Sie sind zuweilen von bedeutender Gröfse; in der Königlichen Sammlung befindet sich ein Krystall der 5 Zoll lang und 2½ Zoll breit ist. In Rücksicht ihrer Krystallform sind sie sehr einfach, indem sie in der Regel nur als Combinationen des neunseitigen Prisma's mit dem Hauptrhomboëder erscheinen; zuweilen nur finden sich an dem Ende *B* noch untergeordnet die Flächen des ersten spitzeren Rhomboëders. Die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma's sind vorherrschend, die des dreiseitigen Prisma's erscheinen oft nur als schmale Abstumpfungsflächen, fehlen aber nie. Die Seitenflächen sind wohl etwas gestreift, aber sämmtlich sehr stark glänzend, die Rhomboëderflächen sind häufig rauh und matt, aber doch an dem Ende *A* noch glatter als an dem Ende *B*.

Die Krystalle werden ziemlich stark elektrisch, das Ende *A* derselben wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

10) *Turmalin vom Sonnenberge* bei Andreasberg (Fig. 7 Taf. II): Die Krystalle sind nur klein, 1 bis 3 Linien lang, und finden sich in Begleitung von kleinen Quarzkrystallen in den häufigen Drusenräumen eines etwas verwitterten glimmerleeren Granits. Sie sind Combinationen des neunseitigen Prisma's mit dem Hauptrhomboëder und den ersten und zweiten spitzeren Rhomboëdern. Unter den Seitenflächen herrscht das sechsseitige Prisma sehr vor, an dem Ende *A* finden sich sämmtliche Rhomboëder, das erste spitzere vorherrschend, die andern untergeordnet; die Flächen des Hauptrhomboëders als Abstumpfungsflächen der Endkanten des ersten spitzeren, die Flächen des zweiten spitzeren, $4r$, unter dem Hauptrhomboëder als Abstumpfungsflächen der Kanten dieses mit dem dreiseitigen Prisma; an dem Ende *B* findet sich das Hauptrhomboëder allein. Die Seitenflächen und die Rhomboëderflächen des Endes *A* sind glatt und sehr stark glänzend, die Flächen des Hauptrhomboëders an dem Ende *B* sind dagegen matt oder viel weniger glänzend. Die Krystalle sind demnach an den beiden Enden sowohl in Rücksicht der Art als des Glanzes der Flächen sehr verschieden, was bei der geringen Länge der Seitenflächen, die oft so gering ist, dafs sich die Rhomboëderflächen der beiden Enden berühren, um so mehr auffällt. Die Krystalle sind, wenn sie mit einem Ende aufgewachsen sind, gewöhnlich mit dem Ende *B* aufgewachsen, doch kommen sie noch öfter mit den Seitenflächen aufgewachsen vor, in welchem Fall man dann beide Enden deutlich sehen kann.

Sie werden nur sehr schwach, aber dennoch deutlich elektrisch, das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

11) *Turmalin von Bovey Tracy* in Devonshire in England; breite Krystalle, die aber dabei sehr niedrig sind, indem sie bei einer Breite von 2 Zollen und darüber oft nur die Höhe von einem Zolle haben. Sie fin-

den sich auf den Klüften von Granit in Begleitung von weifsem Apatit und Quarz. Unter den Seitenflächen finden sich die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma's mit den sämmtlichen Flächen des ersten, aber die einen abwechselnden Flächen dieses letzteren *g*, sind viel gröfser als die andern abwechselnden *g'*. An dem einen Ende finden sich die Flächen des Haupt- und des ersten spitzeren Rhomboëders ziemlich im Gleichgewicht mit einander, an dem andern die Flächen des Haupt- und des ersten stumpferen Rhomboëders. Nimmt man die gröfseren Flächen des ersten sechsseitigen Prisma's für das gewöhnlich vorkommende dreiseitige Prisma, so ist das Ende, an welchem sich die Flächen des ersten spitzeren Rhomboëders finden, das Ende *A*, das andere das Ende *B*. Die Seitenflächen sind sämmtlich sehr glatt; die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma's sind dabei stark glänzend, die Flächen des ersten sechsseitigen Prisma's dagegen, sowohl die gröfseren wie auch die kleineren, auffallend matt. Die Flächen beider Rhomboëder an dem Ende *A* sind glatt und glänzend; an dem Ende *B* dagegen sind die Rhomboëderflächen kaum zu erkennen, da der Krystall hier in eine Menge feiner Spitzen ausläuft, deren Enden ungefähr nur in bestimmten Flächen liegen. Die Krystalle sind bald mit dem Ende *A*, bald mit dem Ende *B*, bald mit einer der Seitenflächen aufgewachsen. Sehr schöne Krystalle von diesem Vorkommen finden sich in Berlin in der Sammlung des Hrn. Tamnau.

Die Krystalle werden nur so schwach elektrisch, dafs ich mit Sicherheit über die Art der Elektricität an den Enden nichts ausmachen konnte.

12) *Turmalin von Elba*. Kleine säulenförmige Krystalle, einen halben bis einen ganzen Zoll lang und 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien dick, die sich in den Drusenhöhlungen eines Granits mit wasserhellen und sehr glänzenden Quarz- und gelben undurchsichtigen Feldspathkrystallen finden. Die Krystalle sind die Combination Fig. 4 Taf. II, nur

herrschen die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma's vor, und die Flächen des dreiseitigen finden sich nur untergeordnet. Die Flächen sind sämmtlich sehr glatt und glänzend, bis auf die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders an dem Ende *A*, welche matt sind.

Die Krystalle werden sehr stark elektrisch, das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

13) *Turmalin vom Ramfossen* bei Snarum unweit Norwegen (Fig. 8 Taf. II). Säulenförmige Krystalle von verschiedener, zum Theil sehr beträchtlicher Dicke, die in einen sehr grobkörnigen Granit eingewachsen sind. Unter den Seitenflächen finden sich die Flächen des sechsseitigen Prisma's, eines zwölfseitigen, $\frac{a}{2}$, dessen Formel ist $(a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}a : \infty a)$. Die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma's herrschen vor, die Flächen des dreiseitigen und des zwölfseitigen finden sich nur untergeordnet. Letztere kommen auch aufserdem nur zur Hälfte vor, und finden sich nur zu beiden Seiten des dreiseitigen Prisma's, also an den abgestumpften, nicht aber an den unabgestumpften Kanten des sechsseitigen Prisma's. Das Ende *A* war an allen Krystallen, die sich sowohl in der Königlichen, als auch in der ausgezeichneten Sammlung des Hrn. Tamnau in Berlin finden, verbrochen und nicht mit Flächen begränzt; an dem Ende *B* finden sich die Flächen des ersten spitzeren und des Hauptrhomboëders, die letzteren nur untergeordnet, als Abstumpfungsflächen der Endkanten des ersteren. Die Seitenflächen, so wie die Flächen des ersten spitzeren Rhomboëders sind sehr glatt und glänzend, die Flächen des Hauptrhomboëders sind matt.

Die Krystalle werden nur sehr schwach elektrisch, das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

14) *Turmalin von Langenbielau* in Schlesien (Fig. 9 Taf. II). Säulenförmige Krystalle von mittlerer Gröfse

die in einen grobkörnigen Granit eingewachsen sind. Die Krystalle sind Combinationen der beiden sechsseitigen Prismen mit dem Hauptrhomboëder und dem ersten spitzeren und dem ersten stumpferen Rhomboëder. Auch hier unterscheiden sich die abwechselnden Flächen des ersten 6seitigen Prisma's sehr auffallend an Gröfse. Nimmt man wiederum die gröfseren Flächen für die des gewöhnlich vorkommenden dreiseitigen Prisma's *g* an, so finden sich an dem Ende *A* die Flächen des Hauptrhomboëders mit denen des ersten stumpferen, an dem Ende *B* die Flächen des Hauptrhomboëders mit denen des ersten spitzeren. An beiden Enden herrschen die Flächen des Hauptrhomboëders vor. Die Seitenflächen sind nicht sehr stark gestreift, die Rhomboëderflächen sind glatt und glänzend, bis auf die des ersten stumpferen, welche matt sind.

Die Krystalle werden ziemlich stark elektrisch, das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

15) *Turmalin von Nedre Havredahl* in Bamble, 1 Meile von Krageroe im südlichen Norwegen. Die Krystalle sind klein und gewöhnlich niedrig, selten einen halben oder $\frac{3}{4}$ Zoll grofs, und liegen, in Begleitung mit krystallisirtem Titaneisenerz, in grofser Menge in einem körnigen Gemenge von weifsem, etwas fettglänzenden Quarz, gelblichweifsem Albit, und gelblichgrauem Glimmer. Die Turmalinkrystalle haben eine grofse Menge von Flächen, die beiden sechsseitigen Prismen, das zwölfseitige Prisma, das Hauptrhomboëder, das erste spitzere und erste stumpfere Rhomboëder. Von den Flächen des ersten sechsseitigen Prisma's sind die einen abwechselnden (die Flächen des gewöhnlichen dreiseitigen Prisma's) gröfser als die andern, und neben ihnen kommen allein die Flächen des zwölfseitigen Prisma's $\frac{a}{2}$ vor, neben den andern nicht, daher sie hier auf eine gleiche Weise wie bei den Krystallen von Modum (Fig. 8 Taf. II) hemiëdrisch auftreten. An dem Ende *A* finden sich die Flä-

chen des Hauptrhomboëders mit den Flächen des ersten stumpferen und spitzeren, an dem Ende *B* die Flächen des Hauptrhomboëders mit denen des ersten spitzeren allein. An beiden Enden herrschen die Flächen des Hauptrhomboëders vor. Die Flächen sind sämmtlich glatt und stark glänzend, bis auf die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders, welche etwas matt sind; doch ist der Unterschied hier nicht bedeutend.

Die Krystalle werden nur schwach elektrisch, das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

16) *Turmalin vom Hörlberge*, unweit Lam in Baiern (Fig. 11 Taf. II). Säulenförmige Krystalle von verschiedener Gröfse, welche in Granit eingewachsen sind. Die Königliche Sammlung besitzt einen Krystall von 3 Zoll Länge, andere sind nur einige Linien grofs. Die Krystalle sind wie die Krystalle von Langenbielau, Fig. 9, und unterscheiden sich von ihnen nur durch die gerade Endfläche, die sich an dem Ende *A* findet. Die gröfseren Krystalle sind auf den Seitenflächen so stark gestreift und abgerundet, dafs sie dadurch ein fast cylindrisches Ansehen erhalten; kleinere Krystalle sind glatter und ebener. Die gerade Endfläche *c* und die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders sind häufig matt, die übrigen Flächen sind glänzend. Die Krystalle sind an den Kanten mit brauner Farbe zwar nur sehr wenig, doch schon etwas stärker als die Krystalle von Käringbrieka durchscheinend.

Der Turmalin vom Hörlberg wird ziemlich stark, *A* negativ-, *B* positiv-elektrisch.

### *B.* Grüner Turmalin.

17) *Turmalin aus Brasilien.* In der Königlichen Sammlung finden sich viele Krystalle aus diesem Lande, die an beiden Enden verbrochen sind, jedoch nur vier Krystalle, welche an einem Ende krystallisirt sind. Diese Krystalle haben die folgende Beschaffenheit:

*a*) Ein 9seitiges Prisma, das Ende *A* ist mit dem Hauptrhomboëder begränzt (Fig. 12 A.), das Ende *B* verbrochen. Unter den Seitenflächen herrscht das 3seitige Prisma vor, die Seitenflächen sind gestreift und abgerundet, die Rhomboëderflächen glatt. Der Krystall ist gleichmäfsig bläulichgrün gefärbt und durchsichtig, nur $\frac{1}{2}$ Zoll lang und sehr dünn.

*b*) Ein Krystall ganz von derselben Form, aber $1\frac{1}{8}$ Zoll lang und $\frac{5}{8}$ Zoll auf einer Fläche des 3seitigen Prisma's breit. Bei seiner Dicke erscheint er fast schwarz und undurchsichtig, gegen das Licht gehalten, ist er lauchgrün und schwach durchscheinend.

*c*) Ein 9seitiges Prisma, das Ende *A* verbrochen, das Ende *B* mit dem Hauptrhomboëder, dem ersten spitzeren Rhomboëder, und einem anderen spitzeren $\frac{7}{2}r'$ begränzt, das mit dem ersten spitzeren gleicher Ordnung, und dessen Formel $(\infty a : \frac{2}{7}a : \frac{2}{7}a : c)$ ist. (Fig. 12 B.) Unter den Seitenflächen herrschen die Flächen des dreiseitigen Prisma's vor, auf denselben sind die Flächen $\frac{7}{2}r'$ und $2r'$ gerade aufgesetzt; die Flächen des Hauptrhomboëders erscheinen nur untergeordnet als Abstumpfungsflächen der Kanten des ersten spitzeren Rhomboëders. Die Seitenflächen sind stark gestreift und etwas rundlich, die Rhomboëderflächen, aufser *R*, sind glatt, *R* und $2r'$ sind glänzend, $\frac{7}{2}r'$ ist aber matt. Der Krystall ist durchsichtig, an dem Ende *A* bläulichgrün, an dem Ende *B* lauchgrün gefärbt; die Farben schneiden aber nicht scharf ab, sondern verlaufen sich in der Mitte des Krystalls in einander. Er ist über einen halben Zoll lang und $\frac{3}{8}$ Zoll dick.

*d*) Ein 6seitiges Prisma, das an den abwechselnden Kanten durch die Flächen des dreiseitigen Prisma's nur schwach abgestumpft ist. Das Ende *A* ist verbrochen. An dem Ende *B* finden sich das Hauptrhomboëder, das erste spitzere Rhomboëder, und ein Seitenkanten-Skalenoëder 3 von dem Hauptrhomboëder, dessen Formel ist $(\frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : a : c)$ (Fig. 3 B). Das Hauptrhomboëder herrscht vor, die Flächen des Skalenoëders erscheinen als ziemlich grofse Ab-

stumpfungsflächen der Kanten zwischen dem Hauptrhomboëder und dem sechsseitigen Prisma; die Flächen des ersten spitzeren Rhomboëders erscheinen untergeordnet als Abstumpfungsflächen der schärferen Endkanten des Skalenoëders. Die Seitenflächen sind gestreift, die Endflächen bis auf *R* sind glatt. Der Krystall ist durchsichtig und gleichmäfsig bläulichgrün wie *a* gefärbt, und von derselben Gröfse.

Alle vier Krystalle werden sehr stark elektrisch; die Enden *A* negativ-, die Enden *B* positiv-elektrisch.

18) *Turmalin von Campo longo* am Gotthardt (Fig. 14 Taf. II). Niedrige prismatische Krystalle von verschiedener Gröfse, die sich auf Klüften eines feinkörnigen Dolomites finden. Die Krystalle sind in der Regel nicht über einen halben Zoll lang und $\frac{1}{8}$ Zoll breit, gewöhnlich kleiner; doch findet sich in der Königlichen Sammlung ein Krystall, dessen Dicke von einer Seitenkante zur andern einen Zoll beträgt. Die Krystalle sind Combinationen des neunseitigen Prisma's mit dem Hauptrhomboëder, dem ersten spitzeren und dem ersten stumpferen Rhomboëder, und der geraden Endfläche. Unter den Seitenflächen herrscht das sechsseitige Prisma vor; das dreiseitige Prisma findet sich nur sehr untergeordnet, und fehlt bei einzelnen Krystallen oft ganz, an dem Ende *A* findet sich herrschend die gerade Endfläche. Die Flächen des Haupt- und des ersten stumpferen Rhomboëders erscheinen nur untergeordnet als Abstumpfungsflächen der Ecken, die ersteren an den abgestumpften, die letzteren an den unabgestumpften Seitenkanten; an dem Ende *B* findet sich herrschend das zweite spitzere Rhomboëder, und die Flächen des Hauptrhomboëders untergeordnet als Abstumpfungsflächen seiner Endkanten.

Unter den Seitenflächen sind die Flächen des dreiseitigen Prismas matt, die des sechsseitigen glänzend; sie sind alle gestreift, die des dreiseitigen Prisma's stärker, die des sechsseitigen schwächer, ohne aber dabei, wie so

häufig, gekrümmt zu seyn. Unter den Endflächen ist nur die gerade Endfläche matt, die übrigen Flächen sind glänzend; die Flächen des Hauptrhomboëders sind an dem Ende *B* parallel den Kanten mit dem ersten spitzeren gestreift, an dem Ende *A* aber glatt; eben so auch die übrigen Flächen. Die Krystalle sind am häufigsten mit dem Ende *A* aufgewachsen, liegen aber auch nicht selten mit einer der Seitenflächen auf, so daſs die Krystallform beider Enden an einem und demselben Krystalle zu sehen ist.

Die Krystalle werden stark elektrisch; das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

19) *Turmalin von Chursdorf* in Sachsen (Fig. 15 Taf. II). Sehr kleine lose Krystalle, die nur einige Linien lang sind, aber eine groſse Menge von Flächen haben. Sie sind nämlich Combinationen des neunseitigen Prisma's mit der geraden Endfläche, dem Haupt- und ersten stumpferen Rhomboëder, und mit zwei Skalenoëdern, von denen das eine die Formel ($\frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a : a : c$) hat, also das Nämliche ist, welches auch bei den Krystallen aus Brasilien, Fig. 13 Taf. II vorkommt, das andere die Formel ($a : \frac{2}{3}a : 2a : c$) hat, und in die Diagonalzone des Hauptrhomboëders fällt, während das erstere zur Kantenzone dieses Rhomboëders gehört. In den Zeichnungen ist das erste, wie oben, mit 3 das andere mit $\underline{2}$ bezeichnet. Unter den Seitenflächen sind die Flächen des dreiseitigen und des sechsseitigen Prisma's ziemlich im Gleichgewicht, oder bald die Flächen des einen, bald die des andern mehr vorherrschend; an dem Ende *A* findet sich herrschend die gerade Endfläche, und untergeordnet die Flächen des Hauptrhomboëders und des ersten stumpferen Rhomboëders, wie bei dem Ende *A* der Krystalle von Campo longo; an dem Ende *B* finden sich herrschend die Flächen des Hauptrhomboëders, untergeordnet die gerade Endfläche und die beiden Skalenoëder; die Flächen des ersten erscheinen als Abstum-

pfungs-

pfungsflächen der Kanten zwischen dem Hauptrhomboëder und dem sechsseitigen Prisma, die Flächen des zweiten erscheinen an den Ecken des Hauptrhomboëders und des dreiseitigen Prisma's; sie bilden auf dem Hauptrhomboëder Kanten, die den schiefen Diagonalen desselben parallel gehen, und schneiden die Flächen des Skalenoëders 3 in Kanten, die den Kanten desselben mit dem zweiten dreiseitigen Prisma *g'*, wenn dasselbe zu der Combination hinzuträte, parallel gehen würden. Nicht selten ist eine der Flächen dieses Skalenoëders an den Ecken des Hauptrhomboëders gröfser als die andere, und schneidet dann die Fläche des Hauptrhomboëders, in deren Diagonalzone sie nicht liegt, in einer Kante, die der Kante mit der benachbarten Fläche des Skalenoëders 3 parallel geht. Die Seitenflächen sind schwach gestreift, die übrigen Flächen glatt, die Endflächen matt, die übrigen Flächen stark glänzend.

Die Krystalle werden sehr stark elektrisch; *A* negativ-, *B* positiv-elektrisch.

### *C.* Brauner Turmalin.

20) *Turmalin* aus dem *Pedretto-Thal* bei Airolo am Gotthardt (Fig. 16 Taf. II); säulenförmige Krystalle von verschiedener Gröfse, meistens lang und nadelförmig, in anderen Fällen kürzer und dicker, die sich wahrscheinlich auf Gängen im Glimmerschiefer finden. Sie sind Combinationen des neunseitigen Prisma's mit dem Haupt- und erstem spitzeren Rhomboëder. Unter den Seitenflächen herrschen die Flächen des dreiseitigen Prisma's vor, sie sind jedoch sämmtlich stark gestreift und gekrümmt, und stellen in der Regel ein convexes dreiseitiges Prisma dar. An dem Ende *A* findet sich das Hauptrhomboëder allein, an dem Ende *B* mit dem ersten spitzeren Rhomboëder, welches untergeordnet hinzutritt; die Flächen des Hauptrhomboëders an dem Ende *A* und das erste spitzere an dem Ende *B* sind sehr

glatt und stark glänzend, die Flächen des Hauptrhomboëders an dem Ende *B* sind dagegen fein und unterbrochen parallel ihrer schiefen Diagonale gestreift, und an den Endkanten parallel mit den Flächen des ersten spitzeren Rhomboëders oft sehr tief eingekerbt. Die Krystalle sind meistentheils mit dem einen Ende aufgewachsen, zuweilen auch an beiden Enden auskrystallisirt. Die dünneren Krystalle sind kastanienbraun und durchsichtig, die dickeren nur mehr oder weniger durchscheinend.

Die Krystalle werden sehr stark elektrisch; *A* wird negativ-, *B* positiv-elektrisch.

21) *Turmalin von Windisch Kappeln* in Kärnthen; kurze, dicke, an einem Ende aufgewachsene Krystalle von derselben Form wie die vorigen, die Seitenflächen sind jedoch gerade und nicht gekrümmt, und nur die Flächen des dreiseitigen Prisma's etwas gestreift. Die Krystalle sind lichte gelblichbraun und stark durchscheinend.

Sie werden stark und wie gewöhnlich elektrisch.

### *D.* Rother Turmalin.

22) *Turmalin von Schaitansk*, 72 Werst nördlich von Katharinenburg im Ural (Fig. 17 Taf. II). Die Krystalle finden sich auf Drusenräumen im Granit und sind meistens mit einem Ende aufgewachsen, kommen aber an den verschiedenen Stellen von verschiedenem Ansehen vor. In der Königlichen Sammlung befinden sich folgende Varietäten:

*a*) Kleine Krystalle, etwa 3 Linien lang und 2 Linien breit. Convexe und gestreifte dreiseitige Prismen, die an dem einen Ende mit der geraden Endfläche begränzt, an dem anderen verbrochen sind. Die Seitenflächen sind glänzend, die Endfläche ist matt. Die Krystalle sind durchsichtig, an dem verbrochenen Ende sind sie bläulichroth, in der Mitte grünlichbraun, und an dem krystallisirten Ende wiederum, aber nur in einer sehr dünnen Schicht, bläulichroth, die Endfläche ist grünlichschwarz. — Diesen sehr ähnlich sind andere Krystalle,

die die Gröfse eines Zolles und darüber haben, nur dafs sie an den Enden stark violblau, und in der Mitte fast farblos sind, die violblaue Färbung reicht an dem verbrochenen Ende bis zur Mitte, an dem krystallisirten Ende kaum 1 Linie weit.

*b*) Krystalle von gleicher Gröfse und gleicher Beschaffenheit der Seitenflächen wie die bei *a* beschriebenen Krystalle. Sie sind an dem Ende *A* verbrochen, an dem Ende *B* dagegen mit den Flächen des Hauptrhomboëders begränzt, die glänzend, aber zart und parallel der schiefen Diagonale gestreift und aufserdem noch mit kleinen Wärzchen bedeckt sind. Die Krystalle sind durchsichtig und ziemlich gleichmäfsig, nur an den Rhomboëderflächen etwas stärker bläulichroth gefärbt. Die Färbung ist wie an den verbrochenen Enden der bei *a* beschriebenen Krystalle, daher die Krystalle *a* und *b* sich gegenseitig ergänzen, und das auskrystallisirte Ende der Krystalle *a* für das Ende *A* zu nehmen ist.

*c*) Krystalle (Fig. 17 Taf. II) etwas länger und weniger dick wie die vorigen, an dem Ende *A* verbrochen. Unter den Seitenflächen herrschen die Flächen des sechsseitigen Prisma's vor, welche glänzend, nur zart gestreift und geradflächig sind; die Flächen des dreiseitigen Prisma's treten nur untergeordnet hinzu und sind stärker gestreift. An dem krystallisirten Ende *B* finden sich die Flächen des Hauptrhomboëders und des Skalenoëders ($\frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : a : c$), letztere als Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen dem Hauptrhomboëder und dem sechsseitigen Prisma. Die Flächen des Hauptrhomboëders sind wie bei *b*, die Flächen des Skalenoëders matt. Die Krystalle sind durchsichtig und gröfstentheils bräunlichgrün; nur gegen das Ende *B* schwach bläulichroth gefärbt.

Die Krystalle werden alle sehr stark elektrisch; *A* wird negativ, *B* positiv elektrisch.

23) *Turmalin von Elba.* Findet sich auf Klüften desselben Granits, in welchem auch schwarze Krystalle

wie die von No. 12 vorkommen; die Krystalle sind auch unter einander von etwas verschiedener Beschaffenheit. In der Königlichen Sammlung finden sich zwei Varietäten.

*a*) Zwei Krystalle (Fig. 18 Taf. II), der eine 1 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll breit, der andere etwas dünner. Sie sind beide nur an dem einen Ende krystallisirt, ergänzen sich aber gegenseitig, da der eine an dem Ende *B*, der andere an dem Ende *A* verbrochen ist. Sie bilden beide stark convexe und gestreifte dreiseitige Prismen, und sind an dem krystallisirten Ende hauptsächlich mit der geraden Endfläche begränzt; an dem Ende *A* des einen finden sich aber aufserdem noch untergeordnet die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders, an dem Ende *B* des andern die Flächen des Hauptrhomboëders, die einen wie die andern als Abstumpfungsflächen der Ecken des dreiseitigen Prisma's [1]). Die Flächen beider Rhomboëder sind glänzend, die Endfläche aber nur an dem Ende *B* glänzend, an dem Ende *A* dagegen matt. Die Krystalle sind gleichmäfsig blafs rosenroth gefärbt und stark durchscheinend.

*b*) Mehrere Krystalle, die alle an dem Ende *B* verbrochen und mit den vorigen ungefähr von gleicher Gröfse sind. Unter den Seitenflächen sind die Flächen des sechsseitigen Prisma's vorherrschend, die des dreiseitigen Prisma's treten nur untergeordnet hinzu; an den Enden *A* finden sich nur die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders, die auf den unabgestumpften Kanten des sechs-

1) Die verschiedenen Enden dieser Krystalle sind sich demnach sehr ähnlich; und leicht mit einander zu verwechseln; die Winkel, unter welchen das Hauptrhomboëder und das erste stumpfere gegen die gerade Endfläche geneigt sind, weichen zwar sehr von einander ab, und betragen im ersteren Fall 152° 51′, im letzteren 165° 36′, dennoch kann man bei der Kleinheit der Flächen, diese Unterschiede leicht übersehen. Ich hatte selbst erst das Ende *A* des einen Krystalls für gleich mit dem Ende *B* des andern gehalten, und wurde nur erst durch das ganz entgegengesetzte elektrische Verhalten auf meinen Irrthum aufmerksam gemacht.

seitigen Prisma's aufgesetzt sind (also wie in Fig. 19, *A*, nur ohne gerade Endfläche). Die Seitenflächen des sechsseitigen Prisma's sind nicht sehr stark gestreift, mehr noch die des dreiseitigen Prisma's; sie sind alle dabei ziemlich geradflächig; die Rhomboëderflächen sind ganz matt. — Die Krystalle sind durchsichtig und nur an dem Ende *B* rosenroth gefärbt, nach dem Ende *A* zu erscheinen sie fast ganz farblos; in der Entfernung von 1 bis 1½ Linien vom Ende *A* findet sich aber bei allen Krystallen eine dünne hellgrüne Schicht; die Rhomboëderflächen selbst sind ganz dunkelgrün gefärbt.

Die Krystalle beider Varietäten werden sehr stark elektrisch; *A* wird negativ-, *B* positiv-elektrisch.

24) *Turmalin von Penig* in Sachsen. Erste Varietät (Fig. 19 Taf. II), kleine dünne Krystalle, meistens nur einige Linien grofs, seltener gröfser, die sich auf Klüften im Granit finden. Die Krystalle der Königlichen Sammlung sind alle an einem Ende, und zwar gröfstentheils an dem Ende *A* verbrochen, nur ein Krystall fand sich darunter, der an diesem Ende krystallisirt war. Dieser Krystall ist ein convexes, stark gestreiftes dreiseitiges Prisma, das an dem Ende *A* mit den Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders und der geraden Endfläche begränzt ist, welche letztere nur untergeordnet hinzutritt. Die Seitenflächen sind glänzend, die Endflächen matt. — Der Krystall ist durchsichtig, fast durchgängig lichte bläulichroth, und nur an dem äufsersten krystallisirten Ende grünlich gefärbt. Bei den übrigen Krystallen, die an dem Ende *B* krystallisirt sind, herrschen die Flächen des sechsseitigen Prisma's vor, und die Flächen des dreiseitigen Prisma's finden sich nur untergeordnet; an dem Ende *B* kommen allein die Flächen des Hauptrhomboëders vor. Die Flächen der Prismen sind alle stark glänzend, nicht sehr stark gestreift und noch ziemlich geradflächig; die Rhomboëderflächen sehr glatt und glänzend. Die Krystalle sind durchsichtig, an dem krystalli-

sirten Ende sind sie sehr dunkel hyacinthroth gefärbt, die Farbe nimmt aber bald an Intensität ab, ist gegen das Ende *B* ganz licht und geht am äufsersten Ende in eine lichte grünlichbraune Farbe über.

Die Krystalle werden sehr stark elektrisch; das Ende *A* wird negativ-, das Ende *B* positiv-elektrisch.

25) *Turmalin von Penig* in Sachsen. Zweite Varietät (Fig. 29 Taf. II). In der Königlichen Sammlung finden sich fünf Krystalle von dieser Varietät. Sie kommen in der Gröfse mit den vorigen überein, sind ebenfalls sämmtlich an einem Ende verbrochen, vier Krystalle sind an dem Ende *A*, ein einziger an dem Ende *B* krystallisirt. Unter den Seitenflächen herrschen die Flächen des sechsseitigen Prisma's vor, die des dreiseitigen treten nur untergeordnet hinzu; das Ende *A* der vier ersten Krystalle ist nur mit dem Hauptrhomboëder begränzt, das Ende *B* des andern aufserdem noch mit den Flächen des ersten stumpfern, die ziemlich grofs sind. Die Seitenflächen sind wenig gestreift, und noch ziemlich gerade und glänzend, die Flächen des Hauptrhomboëders sind an dem Ende *A* zart nach der schiefen Diagonale gestreift, aber stark glänzend, an dem Ende *B* rauh und matt, die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders dagegen glatt und glänzend. Die vier ersteren Krystalle sind durchsichtig und fast durchgängig lichte grün, und nur gegen das äufserste krystallisirte Ende schwach roth gefärbt; der an dem Ende *B* krystallisirte Krystall ist an dem verbrochenen Ende undurchsichtig und stark grün gefärbt, gegen das Ende *B* zu wird er durchsichtig, und zuerst lichter grün, dann blafs violblau von Farbe. Die Rhomboëderflächen selbst sind im reflectirten Licht schwärzlichblau gefärbt.

Die Krystalle werden durch Temperatur-Veränderung sehr stark elektrisch; *die Enden A werden bei abnehmender Temperatur positiv-, die Enden B negativelektrisch.*

Aus dem Angeführten lassen sich nun die folgenden Resultate ziehen, wobei wir für's erste noch die zweite Varietät des Turmalins von Penig (No. 25) ganz unberücksichtigt lassen, und nur die ersten 24 Fälle betrachten.

*A.* Krystallform des Turmalins.

1) Die einfachen Formen, welche beim Turmalin beobachtet sind, bestehen in folgenden:

I. *Rhomboëder.*

*a*) Erster Ordnung:

1. $( a : a : \infty a : c)$ das Hauptrhomboëder, $R$;
2. $(\frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a : c)$ das zweite spitzere Rhomboëder, $4r$;

*b*) Zweiter Ordnung:

3. $(2a' : 2a' : \infty a : c)$ das erste stumpfere Rhomboëder, $\frac{1}{2}r'$;
4. $(\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a : c)$ das erste spitzere Rhomboëder, $2r'$
5. $(\frac{2}{7}a' : \frac{2}{7}a' : \infty a : c)$ ein noch spitzeres Rhomboëder als das vorige, $\frac{7}{2}r$.

II. *Prismen.*

6. $( a : a : \infty a : \infty c)$ das erste sechsseitige Prisma, $g$ und $g'$;
7. $( a : \frac{1}{2}a : a : \infty c)$ das zweite sechsseitige Prisma $a$;
8. $( a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a : \infty c)$ ein zwölfseitiges Prisma, $\frac{1}{4}a$.

III. *Die gerade Endfläche.*

9. $(\infty a : \infty a : \infty a : c)$, $c$.

IV. *Skalenoëder.*

*a*) Aus der Kantenzone des Hauptrhomboëders:

10. $(\frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : a : c)$ mit dreifachem Cosinus, 3;
11. $(\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}a : c)$ mit fünffachem Cosinus, 5.

*b*) Aus der Diagonalzone des Hauptrhomboëders:

12. $( a : \frac{2}{3}a : 2a : c)$ mit zweifachem Cosinus, 2.

Diese Formen sind demnach, bis auf das Rhomboë-

der ($\frac{2}{7}a'$ : $\frac{3}{7}a'$ : $\infty a$ : $c$), welches neu ist, dieselben, welche schon Haüy beobachtet hat. Legt man die von Haüy beim Turmalin angenommenen Winkel zum Grunde, so beträgt die Neigung dieses neuen Rhomboëders gegen die Axe 29° 7', gegen die Fläche des ersten sechsseitigen Prisma's 150° 53', gegen die angränzende Fläche des ersteren spitzeren Rhomboëders 164° 51'. Die Formel für dieses neue Rhomboëder ist nicht sehr einfach, aber die gemessenen Winkel weichen doch, ungeachtet die Flächen matt sind, so wenig von den berechneten ab, daſs man nicht Ursache hat, die Formel zu verwerfen, zumal da ein solches Rhomboëder, wie dieses, auch bei andern rhomboëdrischen Krystallsystemen beobachtet ist.

2) Von den beim Turmaline beobachteten Formen kommen sämmtliche Flächen polarisch-hemiëdrisch vor, bis auf das zweite sechsseitige Prisma, welches allein sich homoëdrisch findet. Haüy giebt zwar das zwölfseitige Prisma ebenfalls stets homoëdrisch an, doch habe ich diese Form nie so beobachtet, daher seine Angabe wahrscheinlich auf einem Irrthum beruht. Von den hemiëdrisch vorkommenden Formen finden sich bald die Flächen der einen Hälfte, bald die der andern, zuweilen auch beide zusammen; in der Regel unterscheiden sich aber die Flächen der einen Hälfte durch Gröſse, Glanz und Glätte sehr bestimmt von denen der andern Hälfte. Von den Flächen des ersten sechsseitigen Prisma's findet sich gewöhnlich nur die eine Hälfte, diese aber bei allen Krystallen ohne Ausnahme, nur in seltenen Fällen erscheinen beide Hälften zusammen, und dann sind die Flächen des einen dreiseitigen Prisma's immer gröſser als die des andern, und die gröſseren finden sich dann gewöhnlich noch mit den Flächen des hemiëdrischen zwölfseitigen Prisma's, die kleineren nicht. In Rücksicht des Glanzes unterscheiden sich die beiden dreiseitigen Prismen, in welche das erste sechsseitige Prisma zerfällt, nicht, sie sind beide in einigen Fällen matt, in andern glänzend.

Nimmt man an, wozu man durch das elektrische Verhalten berechtigt ist, dafs das dreiseitige Prisma, wo es allein vorkommt, immer ein und dasselbe ist, und wo beide zusammen vorkommen; das mit den gröfseren Flächen und mit den Flächen des hemiëdrischen zwölfseitigen Prisma's vorkommende das gewöhnliche ist, so kann man danach stets bestimmen, welches Ende das Ende *A*, welches das Ende *B* ist, d. h. an welchem Ende die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Flächen des gewöhnlich vorkommenden sechsseitigen Prisma's aufgesetzt, und an welchem Ende sie auf den Kanten desselben aufgesetzt sind.

Das Hauptrhomboëder *R* kommt in den meisten Fällen homoëdrisch, seltener hemiëdrisch vor; wie bei den Krystallen von Elba (Fig. 18 Taf. II) und Penig (Fig. 19 Taf. II) die Flächen der beiden Hälften desselben, unterscheiden sich aber in der Regel durch Glanz und Glätte. Die Flächen sind an dem Ende *A* immer glatt und glänzend, dagegen sie an dem Ende *B* häufig parallel der schiefen Diagonale der Flächen gestreift sind (wie z. B. bei den Krystallen von Alabaschka (Fig. 3 Taf. II), Airolo (Fig. 12 Taf. II), Campo longo (Fig. 14 Taf. II)).

Das erste spitzere Rhomboëder $2r'$ findet sich nächst dem Hauptrhomboëder am häufigsten; es kommt gröfstentheils hemiëdrisch, und dann besonders an den Enden *B* der Krystalle vor; nur seltener findet es sich homoëdrisch, wie bei den Krystallen von Krageroe (Fig. 10 Taf. II). Die Flächen beider Hälften sind immer glatt und glänzend.

Das erste stumpfere Rhomboëder $\frac{1}{2}r'$ folgt in Rücksicht der Häufigkeit des Vorkommens auf das erste spitzere Rhomboëder. Es ist bis jetzt nur hemiëdrisch vorgekommen, und zwar immer nur an dem Ende *A* der Krystalle, wenn man von dem undeutlichen Vorkommen derselben an dem Ende *B* bei dem Turmaline von Bovey Tracy (No. 11) absieht; seine Flächen treten an dem

Ende *A* aber zuweilen sehr herrschend auf, wie bei den Krystallen von Elba und Penig (Fig. 19 Taf. II). Sie sind gröfstentheils matt.

Das zweite spitzere Rhomboëder $4r$ habe ich nur einmal bei den Krystallen von Andreasberg (Figur 7 Taf. II) beobachtet, wo es hemiëdrisch und mit glänzenden und glatten Flächen vorkommt; eben so das Rhomboëder $\frac{1}{2}r'$, an einem Krystalle aus Brasilien, wo es auch hemiëdrisch, aber mit matten Flächen vorkommt.

Die gerade Endfläche findet sich gröfstentheils nur an dem Ende *A*, seltener an beiden Enden zugleich (Krystalle von Chursdorf Fig. 13, und Elba Fig. 18 Taf. II), und nie an dem Ende *B* allein. Sie unterscheidet sich an beiden Enden durch ihr Ansehn, denn an dem Ende *A* ist sie immer matt, an dem Ende *B* dagegen glänzend.

Die Skalenoëder kommen immer nur hemiëdrisch und nur an den Enden *B* vor. Unter denselben findet sich das Skalenoëder 3 am häufigsten, es kommt an den Krystallen aus Brasilien (Fig. 12 Taf. II), von Chursdorf (Fig. 15 Taf. II) und von Schaitansk (Fig. 17 Taf. II) vor, und ist in den beiden ersten Fällen glänzend, bei den Krystallen von Schaitansk matt. Das Skalenoëder 5 habe ich nur bei den Krystallen von Arendal (Fig. 5 Taf. II), das Skalenoëder $\underline{2}$ bei den Krystallen von Chursdorf (Fig. 15 Taf. II) beobachtet.

### *B.* Art der Elektricität an den Enden der Turmalinkrystalle.

3) Man kann die Art der Elektricität, welche die beiden Enden der Turmalinkrystalle durch Temperatur-Veränderung erhalten, mit Sicherheit aus der Krystallform bestimmen, ohne nöthig zu haben, dazu einen besonderen Versuch zu machen. Man richtet sich dabei nach den Flächen des gewöhnlich vorkommenden dreiseitigen Prisma's und denen des Hauptrhomboëders. Das

Ende der Turmalinkrystalle, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Flächen des dreiseitigen Prisma's aufgesetzt sind, wird bei abnehmender Temperatur negativ-, bei zunehmender Temperatur also positiv-elektrisch; das Ende dagegen, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Kanten des dreiseitigen Prisma's aufgesetzt sind, bei abnehmender Temperatur positiv-, bei zunehmender also negativ-elektrisch.

Findet sich bei den Krystallen nur das dreiseitige Prisma mit dem Hauptrhomboëder, so ist dieser Fall der einfachste, und die Art der Elektricität der beiden Enden unmittelbar nach der angegebenen Regel zu bestimmen. Gewöhnlich kommen aber neben dem dreiseitigen Prisma noch die Flächen des zweiten sechsseitigen Prisma's vor, und zuweilen auch aufserdem noch die Flächen des zweiten dreiseitigen Prisma's *g'*, welches das erste *g* zum ersten sechsseitigen Prisma ergänzt. Im ersteren Fall wird das Ende der Krystalle bei abnehmender Temperatur negativ-elektrisch, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den abgestumpften Kanten des zweiten sechsseitigen Prisma's aufgesetzt sind, und das Ende positiv-elektrisch, an welchem jene Flächen auf den unabgestumpften Kanten des sechsseitigen Prisma's aufgesetzt sind; im letzteren Falle wird das Ende der Krystalle bei abnehmender Temperatur negativ-elektrisch, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Flächen desjenigen dreiseitigen Prisma's aufgesetzt sind, dessen Flächen gröfser sind, und gewöhnlich mit den Flächen des hemiëdrischen zwölfseitigen Prisma's zusammen vorkommen, das Ende positiv-elektrisch, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Flächen des dreiseitigen Prisma's aufgesetzt sind, dessen Flächen kleiner sind, und nie mit den Flächen des hemiëdrischen zwölfseitigen Prisma's vorkommen [1]).

1) Hieraus ergiebt sich auch, dafs die Annahme, S. 298, die gröfseren, gewöhnlich noch mit den Flächen des hemiëdrischen

Die Flächen des Hauptrhomboëders, nach welchen man sich nächst den Flächen des dreiseitigen Prisma's zu richten hat, kommen bei allen Krystallen, wenn auch nicht an beiden, doch wenigstens an einem Ende vor. Finden sich diese Flächen nur an einem Ende, so bestimmt man nach der Krystallform dieses Endes die Art der Elektricität; ist aber dieses Ende verbrochen, so ist man nach den vorhandenen Flächen des andern Endes doch meistentheils im Stande die Lage, welche das Hauptrhomboëder an diesem Ende haben würde, wenn es da wäre, und somit ebenfalls die Art der Elektricität an diesem Ende zu bestimmen. Nach den obigen Beobachtungen finden sich ohne die Flächen des Hauptrhomboëders nur die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders und die gerade Endfläche, eine jede dieser Formen allein, oder in Combination mit einander (Krystalle von Elba und Penig, Fig. 18 und 19 Taf. II). Finden sich nur die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders, und sind diese, wie bei den Krystallen von Elba und Penig, auf den unabgestumpften Kanten des sechsseitigen Prisma's aufgesetzt, so würden die Flächen des Hauptrhomboëders, da dieses mit dem ersten stumpferen Rhomboëder verschiedener Ordnung ist, auf den abgestumpften Kanten des sechsseitigen Prisma's aufgesetzt seyn, und folglich diefs Ende bei abnehmender Temperatur negativ werden, wie auch der Versuch bewiesen hat. Findet sich die gerade Endfläche allein, so kann man freilich nicht die Lage des Hauptrhomboëders bestimmen, indessen ergiebt sich aus den 24 beschriebenen Fällen, dafs die gerade Endfläche allein nur an dem Ende vorkommt, das bei abnehmender Temperatur negativ - elektrisch wird, und eben so nur allein auch an diesem Ende die Flächen des Hauptrhomboëders fehlen; man wird also mit ziemlicher

zwölfseitigen Prisma's zusammen vorkommenden Flächen des dreiseitigen Prisma's für die Flächen des gewöhnlich vorkommenden dreiseitigen Prisma's zu halten, ganz gerechtfertigt ist.

Sicherheit auch annehmen können, dafs das Ende, an welchem sich die gerade Endfläche allein und ohne alle andere Flächen findet, bei abnehmender Temperatur negativ-elektrisch wird.

*C.* Turmalinkrystalle von Penig, zweite Varietät. No. 25. Fig. 20 Taf. II.

4) Diese Krystalle, welche sich von denen der ersten Varietät, No. 24, Fig. 19 Taf. II, die am häufigsten vorzukommen scheint, schon etwas durch die Farbe auszeichnen, sind auch in Rücksicht der Form von ihr unterschieden. Sie sind nämlich sechsseitige Prismen mit abwechselnd abgestumpften Kanten, die an dem einen Ende mit den Flächen des Hauptrhomboëders allein, an dem anderen Ende in Verbindung mit den Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders begränzt sind. Bei dem ersteren Ende sind die Flächen des Hauptrhomboëders auf den unabgestumpften Kanten, bei dem anderen Ende auf den abgestumpften Kanten des sechsseitigen Prisma's aufgesetzt; das erste Ende der Krystalle wird aber gegen die aufgestellte Regel bei abnehmender Temperatur positiv-, das letzte Ende negativ-elektrisch.

Die Rhomboëderflächen sind an dem positiven Ende so glänzend und die hier stattfindende Streifung ist so zart, dafs man die Winkel dieses Rhomboëders mit grofser Genauigkeit bestimmen und an der Uebereinstimmung derselben mit denen des Hauptrhomboëders nicht zweifeln kann; an dem negativen Ende sind die Flächen des Hauptrhomboëders rauh, die Flächen des ersten stumpferen dagegen sehr glatt und glänzend, so dafs man hier die Winkel dieses Rhomboëders mit gleicher Genauigkeit, wie die des Hauptrhomboëders an dem positiven Ende bestimmen kann. Die Krystalle werden dabei durch Temperatur-Veränderung stark elektrisch, dafs man auch die Art der Elektricität, die die verschiedenen Enden der Krystalle erhalten, ebenfalls genau bestimmen, und also

weder über die Winkel noch über die polarische Elektricität der Krystalle zweifelhaft bleiben kann. Auch habe ich sowohl die Messung der Winkel, wie auch die Untersuchung der Elektricität der Krystalle häufig und zu verschiedenen Zeiten, aber immer mit denselben Resultaten wiederholt, um jeden etwanigen Irrthum zu vermeiden.

Da es nun nicht wahrscheinlich ist, dafs dieser einzige Fall eine Ausnahme bildet von einem Gesetze, das sich in 24 Fällen bewährt hat, so wird es sehr wahrscheinlich, dafs man die Form der Krystalle anders zu deuten habe. Man kann hiebei zwei Annahmen machen, einmal dafs das bei diesen Krystallen von Penig vorkommende dreiseitige Prisma nicht das gewöhnliche, in den Figuren mit *g* bezeichnete, sondern das seltener vorkommende *g'* sey, oder dafs die sich bei den Krystallen findenden Rhomboëder nicht das Hauptrhomboëder und das erste stumpfere Rhomboëder, sondern die Gegenrhomboëder dieser Rhomboëder seyen. Da im ersteren Falle das Hauptrhomboëder auf den, bei den Krystallen nur zufällig fehlenden Flächen des dreiseitigen Prisma's *g*, wenn sie hinzuträten, aufgesetzt seyn würden; im letzteren Fall das Gegenrhomboëder des Hauptrhomboëders ein Rhomboëder zweiter Ordnung ist, und daher an dem positiven Ende der Krystalle auf den abgestumpften, an dem negativen Ende an den abgestumpften Kanten des ersten sechsseitigen Prisma's aufgesetzt seyn mufs, so sind die Krystalle von Penig bei diesen Annahmen in beiden Fällen in Uebereinstimmung mit dem Gesetz.

Für die erste Ansicht sprechen gar keine Gründe, dagegen mehrere für die letztere. Von den Flächen des stumpferen und spitzeren Rhomboëders an dem negativen Ende sind die ersteren so glatt und glänzend, wie nie die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders, die letzteren rauh und matt, wie nie die Flächen des Hauptrhomboëders an diesem Ende. Aufserdem beschreibt Haüy einen Krystall aus Brasilien (Fig. 213 seines Atlas), an

welchem sich das Hauptrhomboëder zusammen mit dem Gegenrhomboëder findet, und er also hier das letztere als solches nicht wegen des elektrischen Verhaltens der Krystalle, sondern wegen seiner Lage und seiner Winkel bestimmt hat. Eben so giebt er auch an einem andern Krystalle (Fig. 210 seines Atlas) das erste stumpfere Rhomboëder mit dem Gegenrhomboëder desselben an. Es scheint mir daher kaum zweifelhaft zu seyn, dafs die bei der zweiten Varietät der Krystalle von Penig vorkommenden Rhomboëder, wie es auch schon in den Zeichnungen, Fig. 20 Taf. II, ausgedrückt ist, die Gegenrhomboëder $r'$ und $\frac{r}{2}$ des Hauptrhomboëders und des ersten stumpferen Rhomboëders sind [1]), und dafs demnach das Seite 315 aufgestellte Gesetz eine allgemeine Gültigkeit hat. Man hat also zu den oben, S. 311, angegebenen, bei dem Turmaline vorkommenden Formen noch zwei hinzuzusetzen, nämlich:

13. $(a' : a' : \infty a : c)$ das Gegenrhomboëder $r'$ des Hauptrhomboëders, und

14. $(\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : \infty a : c)$ das Gegenrhomboëder $\frac{r}{2}$ des ersten stumpferen Rhomboëders.

Ist es erlaubt von der Beschaffenheit der Gegenrhomboëder an den Krystallen von Penig auf alle noch etwa bei dem Turmaline vorkommenden Gegenrhomboëder $r'$ und $\frac{r}{2}$ zu schliefsen, so würde man an der Streifung der Flächen des Gegenrhomboëders $r'$ an dem Ende $B$, und an der Rauhigkeit und Mattheit derselben, so wie an dem Glanze und der Glätte der Flächen des Gegenrhom-

1) Kämen bei dem Turmaline, wie bei dem Kalkspathe, deutliche Spaltungsflächen parallel den Flächen des Hauptrhomboëders vor, so würde man darüber gar nicht zweifelhaft bleiben können.

boëders $\frac{r}{2}$ an dem Ende *A* diese Gegenrhomboëder auch immer da noch erkennen können, wo sie allein ohne andere Rhomboëder vorkommen, und also auch in diesem besonderen Falle die Art der Elektricität der Turmalinkrystalle aus der Krystallform bestimmen können.

*D.* Stärke der polarischen Elektricität der Turmalinkrystalle.

5) Manche Turmalinkrystalle werden durch Temperatur-Veränderung sehr stark, andere schwach und einige andere sogar so schwach elektrisch, daſs ich Abstoſsungen der Nadel nicht habe erhalten können. Die starken Grade der Elektricität finden sich besonders bei solchen Krystallen, die im Innern rein und nicht klüftig sind, und daher einen muschligen Bruch haben. Dieſs ist bei allen hell gefärbten und durchsichtigen Krystallen, nicht immer aber bei den schwarzen und undurchsichtigen Krystallen der Fall, daher auch jene immer stark, diese oft nur sehr schwach elektrisch werden. Dennoch scheinen hier noch andere Umstände, die man noch nicht kennt, mitzuwirken, da manche schwarze Krystalle nur sehr schwach elektrisch werden, wiewohl sie im Innern sehr rein scheinen. Von dem mehr oder weniger starken Hervortreten des dreiseitigen Prisma's und der mehr oder weniger verschiedenen Ausbildung der Enden scheint die Stärke der Elektricität nicht abzuhängen; denn manche Turmaline, wie der von Arendal, Fig. 5 Taf. II, sind an den Enden sehr verschieden ausgebildet, werden aber, wiewohl sie im Innern sehr rein erscheinen, doch nur sehr schwach magnetisch.

---

## VI. *Fernere Bemerkungen über den Rhodizit; von Gustav Rose.*

Die frühere Beschreibung des Rhodizits in diesen Annalen, Bd. XXXIII S. 253, war nach sehr kleinen Krystallen entworfen, die auf einem Stücke stänglichen rothen Turmalins aufgewachsen sind, das sich in der Königlichen Sammlung zu Berlin befindet, und nicht, wie in der Abhandlung irrigerweise angegeben ist, von Schaitansk, sondern von Sarapulsk [1]) bei Mursinsk herstammt. Indessen kommt der Rhodizit in der That auch in Schaitansk vor, und, wie es scheint, noch viel schöner und gröfser. Die an dem angegebenen Orte mitgetheilte Nachricht von dem Rhodizit, so unvollständig sie ist, war doch hinreichend die Aufmerksamkeit der Mineralogen darauf zu lenken, er wurde nun auch in den Russischen Sammlungen aufgefunden, wodurch die Königliche Sammlung in Berlin in Besitz eines Stückes Granit mit sehr deutlichen Krystallen von Rhodizit kam, welches der Director des Russischen Bergwesens, General v. Schefkin, Hrn. Prof. Weifs bei der letzten Versammlung der Naturforscher in Jena mittheilte. Dieses Stück war wirklich von Schaitansk, die Krystalle von Rhodizit waren auch in der Regel gröfser, zuweilen etwas über 2 Linien grofs, und waren theils auf krystallisirtem Quarz aufgewachsen, theils in rothem Turmalin eingewachsen, theils lagen sie in einem Thone, der sich in kleinen Höhlungen zwischen den Gemengtheilen des Granites fand.

1) Sarapulsk ist ein Dorf, welches, nach Georgi (siehe dessen geographisch-physikalische und naturhistorische Beschreibung des Russischen Reiches, Th. III S. 189), 12 Werste von Mursinsk entfernt ist; Mursinsk selbst liegt gegen 100 Werste, Schaitansk 72 Werste nördlich von Katharinenburg.

Die Krystalle sind ganz deutliche Dodekaëder; nur die abwechselnden dreiflächigen Ecken sind an ihnen durch die Flächen eines Tetraëders schwach abgestumpft, und diese Flächen sind ganz besonders glatt und glänzend, während die Flächen des Dodekaëders etwas weniger stark glänzend und häufig etwas uneben sind. Die Krystalle sind theils graulich-, theils gelblichweifs, von Glasglanz, der in den Demantglanz übergeht, und mehr oder weniger durchscheinend.

Ihre Härte ist sehr bedeutend, denn *sie ritzen den Topas* und folglich auch den Borazit. Das specifische Gewicht mehrerer einzelner Krystalle, die zusammen 0,386 Grammen schwer waren, fand ich 3,415.

Durch Temperatur-Veränderung werden die Krystalle sehr stark polarisch-elektrisch. Die elektrischen Axen verbinden, wie beim Borazit, zwei entgegengesetzte dreiflächige Ecken des Dodekaëders, es sind ihrer also der Zahl nach vier; diejenigen Ecken, an welchen sich die Tetraëderflächen finden, werden bei abnehmender Temperatur der Krystalle positiv-elektrisch, die andern negativ, bei zunehmender Temperatur also umgekehrt, die ersteren negativ-, die letzteren positiv-elektrisch.

Das Verhalten vor dem Löthrohr ist bei den Krystallen von Schaitansk im Allgemeinen auch wie bei denen von Sarapulsk, nur ist die rothe Färbung der Flamme nicht so stark wie bei diesen. Die grüne Färbung ist vorherrschend, die rothe Färbung findet allerdings nach einigem Blasen an dem oberen Theile der Flamme statt, nimmt aber zuletzt nicht die ganze Flamme ein, wie bei dem Rhodizit von Sarapulsk. Diefs ist die einzige Verschiedenheit, die ich unter den Krystallen der beiden Fundorte habe auffinden können. Da aber alle übrigen Eigenschaften, die ich habe vergleichen können, stimmen, so scheint mir nicht; dafs dieser Umstand einen wesentlichen Unterschied begründe. In der Hoffnung, dafs es mir möglich seyn wird, in Besitz einer gröfseren Menge

von Rhodizit zu gelangen, habe ich eine Analyse noch nicht angestellt; bei einer früheren qualitativen Untersuchung des Rhodizits von Sarapulsk fand ich kein Lithion, das ich wegen der rothen Färbung der Löthrohrflamme in ihm vermuthete. Es ist möglich, dafs dasselbe bei der äufserst geringen Menge, mit welcher ich nur den Versuch anstellen konnte, mir entgangen ist; da indessen zuweilen auch die Kalkerde, wie beim Flufsspath, die Löthrohrflamme eben so roth färbt, wie lithionhaltige Mineralien, so ist es möglich, dafs beim Rhodizit die rothe Färbung ebenfalls nur von seiner Kalkerde herrührt, die er, den Versuchen nach, enthält. Das elektrische Verhalten des Rhodizits macht es noch wahrscheinlicher, dafs er nicht allein in der Krystallform, sondern auch in der atomistischen Zusammensetzung mit dem Borazite übereinstimme, und folglich mit ihm isomorph sey. Es ist möglich, dafs demnach der Rhodizit nichts anderes als ein *Kalk-Borazit*, wie der gewöhnliche Borazit ein *Talk-Borazit*, sey, worüber aber freilich erst die genaue chemische Analyse entscheiden würde.

## VII. *Krystallform des regulinischen Zinks; vom Oberbergrath Prof. Dr. Nöggerath.*

Unlängst erhielt ich auf der Zinkhütte am Altenberge bei Henry-Chapelle (zwischen Aachen und Lüttich) Stücke von einem, etwas über einen halben Zoll dicken geflossenen Kuchen von regulinischem Zink, auf der Oberfläche mit Zinkoxyd bekleidet. Sie sind, besonders nach der Oberfläche hin, porös, und bestehen zum grofsen Theile aus einer Zusammenhäufung von Zinkkrystallen. Genau sind mir die Umstände nicht bekannt, unter welchen diese Krystalle gebildet worden sind. Die Kry-

stalle, fast alle mit dem blofsen Auge erkennbar, selbst von der Gröfse einer Linie und darüber, sind alle ganz unverkennbar lange sechsseitige Prismen mit geraden Endflächen. Sie liegen nach allen Richtungen irregulär durcheinander, so dafs sie Druseñräumchen, worin die Krystalle frei stehen, zwischen sich lassen. Ihre stark metallisch glänzenden Seitenflächen sind nicht allein sehr stark gestreift, sondern in Folge dieser Streifungen werden die Säulen auch wohl in ein und demselben Individuum bald dicker, bald dünner, oder verjüngen sich nach einer Endfläche hin, in einzelnen Fällen auch von zwei Seiten nach beiden Endflächen zu, so dafs sie in dieser Beziehung eine Aehnlichkeit mit den Krystallen des Korunds zeigen, auch sind sie wohl, wie bei diesem, gebogen. Einmal sind auch ziemlich deutliche schwache Entrandungen an der Säule bemerkt worden. Die Endflächen der Säulen sind glatt, aber wenig glänzend. Die Seitenwinkel haben sich mit dem Reflexionsgoniometer messen lassen, und sind dabei, ungeachtet der Streifungen und Unvollkommenheiten, immer ganz nahe von gleichem Werthe gefunden worden. Es gehört also das regulinische Zink wohl zum hexagonalen Krystallsysteme.

Berzelius (Lehrbuch der Chemie, Bd. III S. 374) sagt vom Zink: »Es schiefst unter langsamer Abkühlung in Gruppen von vierseitigen und flachen sechsseitigen Prismen an.« Genau dasselbe sagt auch Berthier (*Traité des essais par la voie sèche*, *T. II*, *p.* 563). Ich habe durchaus keine vierseitigen Prismen beobachtet, und darf sie nach dem Vorstehenden wohl als sehr problematisch betrachten. Meine sechsseitigen Prismen sind keineswegs flach, sondern lang, oft 6 bis 8 Mal länger als dick.

Dafs näher die Krystallform des regulinischen Zinks ausgemittelt wäre, ist mir nicht bekannt, doch habe ich darüber viele chemische Werke nicht nachgesehen.

## VIII. *Ueber einige Ergänzungsfarbenphänomene; vom Prof. G. Suckow in Jena.*

Dafs die Bedingungen, unter welchen sich verschiedene Farben zum Farblosen ersetzen, noch lange nicht genug controlirt sind, und daher auch manche farblose Substanzen oft ganz unrichtig gedeutet werden, davon haben mich wiederholt angestellte Beobachtungen und Versuche genugsam überzeugt. Die Ergänzungsfarben haben für Physik ein solches Interesse, dafs jeder zur Aufklärung ihrer Verhältnisse dienende Beitrag einigen Werth haben dürfte. Und so erlaube ich mir folgende von mir genau erforschte Thatsachen als Beispiele der Ergänzung verschiedener Farben zum Weifs oder Farblosen in kurzen Notizen mitzutheilen.

Es offenbaren sich nämlich dergleichen Ergänzungen auf eine sehr eminente Weise:

I. *Im Conflicte verschiedenartiger Flammen.*

*a*) Während nämlich der Weingeistflamme eine weingeistige Solution von Chlorstrontium eine carminrothe und eine dergleichen Solution von Chlorkupfer [1]) eine smaragdgrüne Farbe ertheilt, so brennt dagegen die Flamme eines Weingeistlampendochtes weder mit rother, noch mit grüner, sondern mit der gewöhnlichen, dem Weingeiste eigenthümlichen Farbe (gleichsam also mit einer Farblosigkeit), sobald man einen Docht aus zwei Strängen zusammen-

1) Um dabei allen etwaigen, durch chemische Verwandtschaftsverhältnisse veranlafsten Störungen zu entgehen, hielt ich es für eine nicht zu übersehende Cautel, dafs sämmtliche Salze durch dieselben Salzbilder constituirt waren, und dafs zu allen Solutionen ein Weingeist von gleichem Alkoholgehalte (62 Proc.) angewendet wurde.

drebt, von denen der eine mit Chlorstrontiumauflösung, der andere mit Chlorkupferauflösung, und zwar in gleich starkem Maafse, befeuchtet ist.

*b*) Bekanntlich brennt ein mit weingeisthaltiger Chlorcalciumauflösung getränkter Weingeistlampendocht mit orangegelber, und ein dergleichen mit weingeisthaltiger Chlorkobaltauflösung genäfster Docht mit blauer Flamme; indefs verschwinden auch diese beiden Farben in der Flamme, sobald man zwei auf solche Weise behandelte Dochte zu einem Einzigen zusammendreht, indem nunmehr die combinirte Flamme unverkennbar nur die Farbe des Weingeistes zeigt.

*c*) Wie sich nun jede dieser binären Flammencombinationen, so verhält sich auch der Complex sämmtlicher eben erwähnter Flammen, in sofern die Flammen eines Dochtes aus vier Strängen, deren jeder eins obiger Salze in gleichem Maafse enthält, weder Nüancen noch auch Ambiguitäten der Farbe eines oder des anderen Salzes, sondern sämmtliche Farben zu demjenigeu Colorite verbindet, welches dem Weingeiste an sich, also ohne jenen accessorischen Bestandtheilen, angehört.

*d*) Betrachtet man die Flammen von vier sich unmittelbar berührenden, hinter einander gestellten, gleich hohen Dochten, deren jeder eine der erwähnten Substanzen in gleich grofsem Maafse enthält, so dafs eine Flamme die andere deckt, so verschwindet die Farbe einer jeden Flamme in der Art, dafs die Flammenreihe nur das Ansehen einer gewöhnlichen Weingeistflamme an sich trägt.

II. *Im Zusammenschmelzen verschieden färbender Metalloxyde*, und zwar in Glasarten, zunächst in Glasperlen, entweder von Phosphorsalz oder von Borax.

*a*) So wird nämlich eine durch sehr wenig Manganhyperoxyd im Oxydationsfeuer vorm Löthrohr schwach

roth gefärbte Phosphorsalzperle durch Zusatz einer ebenfalls geringen und im Oxydationsfeuer eingeschmolzenen Quantität des die Perlen an sich grün färbenden Kupferoxyds gänzlich farblos und durchsichtig.

*b*) Desgleichen läfst sich die im Oxydationsfeuer durch wenig Uranoxyd bewirkte strohgelbe Farbe einer Phosphorsalzperle durch eine an sich röthlich-violett färbende Menge Manganhyperoxyds, welches man mit der bereits strohgelben Perle ebenfalls dem Oxydationsfeuer aussetzt, zerstören, so dafs die Perle dadurch farblos und durchsichtig wird.

*c*) Eben so kann auch die im Reductionsfeuer mittelst Kobaltoxyd schwach blau gefärbte Boraxperle durch Zusatz einer geringen Quantität von der ebenfalls im Reductionsfeuer die reinen Perlen an sich sonst orange färbenden Wolframsäure in einen farblosen Zustand übergeführt werden [1]).

Ich brauche wohl nicht zu erinnern, dafs der Gedanke an eine Desoxydation und respective Reduction des einen Metalloxyds durch's andere bei dergleichen Erscheinungen nicht aufkommen kann. Wenigstens scheint der gänzliche, durch sehr vergröfsernde Loupen in Erfahrung gebrachte Mangel an einem Regulus in allen obigen Fällen dazu noch nicht zu berechtigen. Vor der

1) Für diese Resultate bietet sich aufserdem auch das Ergebnifs aus einem Versuche des Hrn. Hofmechanikus Dr. Körner allhier als willkommene Erscheinung dar. Derselbe wählte, durch obige Ansicht geleitet, zwei auf verschidene Weise gefärbte Flintglasstücke, nämlich ein von etwas im Bleioxyde dieses Glases zufällig vorhandenen Manganhyperoxyde schwach röthlich gefärbtes Glasstück, und ein durch wenig dem Bleioxyde als verunreinigender Bestandtheil zugetretenes, mit Kupferoxyd verbundenes Eisenoxydul, smaragdgrün gefärbtes Glasstück, und erhielt durch's Zusammenschmelzen beider, und zwar wegen der Farbenintensitäts-Verschiedenheit in einem Verhältnises von 87 : 13 Proc. angewendete Gläser, ebenfalls ein absolut *wasserhelles Glas.*

Hand glaube ich daher mit Fug die ausgesprochene Ansicht geltend machen zu können, nach welcher obiges Farbloswerden durch das ergänzende Verhältnifs der Farben verschieden färbender, in einem Glase verschmolzener Pigmente bestimmt ist.

Aufserdem ist diese Ergänzung durch verschieden färbende Pigmente noch weit allgemeiner. Gemäfs der von mir hierüber gemachten Erfahrungen kann es nicht gewagt erscheinen, vor Allem den Turmalin dieser Ansicht zu unterwerfen, von welchem oft ein und derselbe Krystall in verschiedenen Stellen verschiedenes Colorit zeigt. Von mehreren in meiner Sammlung befindlichen säulenförmigen Krystallen nämlich, welche zur einen, durch den Querschnitt erhaltenen Hälfte röthlich-violett, zur anderen gänzlich farblos sind, prüfte ich einige hydro-chemisch, und zwar untersuchte ich, zur genauen Ermittlung der wesentlichen Eigenthümlichkeiten der beiden verschiedenen Theile, jeden derselben besonders, und fand, dafs beide Theile das die Silicate an sich roth-violett färbende Manganoxyd enthielten, fand aber auch, dafs im farblos erscheinenden Theile aufserdem viel Eisenoxydul, welches bekanntlich grün färbt, vorhanden war, und dem rothen Theile entging.

Will man also diese Verhältnisse berücksichtigen, so ist man genöthigt für viele farblose Mineralien ein von der bisher gewöhnlich fixirten Deutung abweichendes Kriterium der Farblosigkeit fest zu halten, in sofern farblose Substanzen in chemischer Rücksicht nicht immer die reinsten Formen des Vorkommens einer Mineralspecies zu repräsentiren brauchen, sondern eben so, wie farbige Mineralien, zugleich entweder mehrere isomorphe Metalloxyde, oder andere Pigmente, welche einzeln für sich fähig wären, die Substanz des Minerals auf die oder jene Weise zu färben, enthalten können. Dafs daher die Frage, ob ein chemisch noch nicht examinirtes Individuum einer und derselben Mineralspecies bei aller Farblosig-

keit auch in chemischer Beziehung, so wie in Rücksicht auf Härte und specifisches Gewicht, mit einem anderen farblosen und pigmentfreien Individuum identisch sey, bisweilen, und zwar nicht nur bei manchen Turmalinen, sondern auch bei vielen Individuen der Glimmerfamilie und einigen Diopsiden und Epidoten, zweifelhaft bleibe, versteht sich von selbst [1]).

III. *In der Vereinigung verschiedener, entweder durch Reflexion oder Refraction entstandener Farben.*

*a*) So erscheint der Plafond meines Zimmers, welcher hell rosenroth ist, völlig weifs, sobald man das helle, auf den Fufsboden auffallende Sonnenbild von einer grünen Papierfläche nach ihm reflectiren läfst, oder wenn denselben das hell erleuchtete Grün des vor meiner Wohnung befindlichen Rasenplatzes im Reflectiren trifft.

*b*) Eben so zeigt der unmittelbar über den äufsersten orange erscheinenden Ring des Mondhofes befindliche Raum nach dem Blau des Himmels hin eine Farblosigkeit [2]).

1) Von dergleichen Farbencomplementen, glaube ich, kann auch im Pflanzenreiche die Rede seyn. Da sich nämlich zwischen dem zu manchen Zeiten roth werdenden Rande und dem grünlichen Centrum auf den Stängelblättern von *Punica granatum* und *Acer campestre* eine völlig farblose Aureole beobachten läfst, so trage ich kein Bedenken, einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit in der ausgesprochenen Ansicht von einer Ergänzung des Rothen und Grünen zum Farblosen in jenen Blättern zu finden. Vielleicht stellen auch die farblosen Blumenblätter der *Hydrangea hortensis* in dem Moment, in welchem das Roth mit dem ersten Grün um den Vorrang wetteifert, eine Ergänzung dieser Farben zum Farblosen dar; eine Vermuthung, über welche tüchtige Pflanzenphysiologen zu entscheiden haben.

2) Also ganz und gar so wie die Abendröthe die Ergänzungsfarbe des blauen westlichen Himmels ist.

## IX. *Versuch einer Erklärung des Verhaltens der Salpetersäure zu den oxydirbaren Metallen;* *von A. Mousson.*

Prof. der Physik am Gymnasium zu Zürich.

Das chemische Verhalten der Salpetersäure zu den oxydirbaren Metallen zeigt manche Eigenthümlichkeiten, die vermuthlich mit dem Grade der Affinität ihrer Elemente zu einander, und mit der Eigenschaft dieser Säure in Verbindung stehen, durch Abgabe von mehr oder weniger Sauerstoff leicht auf verschiedene niedrigere Oxydationsstufen überzugehen. Besonders aber haben ihre auffallenden Wirkungen auf das Eisen eine Reihe interessanter Beobachtungen von Keir [1]), Wetzlar [2]), Fischer [3]), Fechner [4]), Herschel [5]), und in neuster Zeit von Schönbein [6]) und Faraday [7]) hervorgerufen, die, sämmtlich mit einander verwandt, wohl aus einer gleichen Ursache herfliefsen müssen. Diese Erscheinungen kommen in ihrer äufseren Form darauf zurück, dafs das Eisen sich oft als ein leicht oxydirbares Metall verhält, andere Male hingegen, in Folge scheinbar gerin-

1) Keir, *Phil. Transact.* 1790. — Schw. Bd. LIII S. 151.

2) Wetzlar, Schw. Bd. XLIX S. 470; Bd. L S. 88. 129; Bd. LVI S. 206. — Berzel. Jahresb. No. VIII S. 104.

3) Fischer, Pogg. Ann. Bd. VI. — Das Verhalten der chemischen Verwandtschaft zur galvanischen Säule.

4) Fechner, Lehrbuch des Galvanismus, S. 409. 416. — Schw. Bd. LIII S. 141. 61. 129; Bd. LVI S. 206.

5) Herschel, Pogg. Ann. Bd. XXXII S. 211. — *Ann. de chim. et de phys. T. LIV p.* 87.

6) Schönbein, Pogg. Ann. Bd. XXXVII S. 390. 590. [Ferner Bd. XXXVIII S. 444. 492, und Bd. XXXIX S. 137. 142. *P.* ]

7) Faraday, *Phil. Magaz.* 1836, *Juli, p.* 53.

ger Abänderungen im Versuche, mit großer Hartnäckigkeit dem Angriff widersteht. Aeltere Physiker haben darin ein Vermögen gesehen, gegen die gleiche Flüssigkeit bald einen elektro-positiven, bald einen elektro-negativen Zustand anzunehmen; aber hiermit ist wenig mehr als mit den neuerdings vorgeschlagenen Ausdrücken von Activität und Passivität gesagt; es sind lediglich Bezeichnungen für eine Thatsache, während es sich um Erklärung derselben, um Nachweisung der ohne Zweifel vorhandenen, materiellen Veränderungen, die jenen Wechsel der Zustände bedingen, handelt. Fischer und Braconnot suchen die Erklärung in der Bildung eines salpetersauren Eisensalzes, welches, als unauflöslich in starker Salpetersäure, eine vor fernerem Angriff schützende Decke bilden soll; allein selbst das bewaffnete Auge entdeckt in dem unangegriffenen Metall keine Spur einer dunkeln Hülle; vielmehr bemerkte schon Wetzlar, dafs das Eisen nie weifser und glänzender als eben in diesem Fall erscheint. Schönbein, dessen Versuche ohne Zweifel die auffallendsten sind, scheint hinzuneigen, diese Erscheinungen einer Wirkung eigenthümlicher Art, einer Mittheilung und Entziehung der Affinität, also einer Veränderlichkeit in der innersten Thätigkeit der Atome zuzuschreiben. Ohne bestimmte und entscheidende Beweise, die bisher nicht gegeben wurden, ist es wohl nicht erlaubt, zu einer so fremdartigen, allen bisherigen Ansichten widerstreitenden Hypothese seine Zuflucht zu nehmen. Auch hat sich bereits Faraday wieder für eine oberflächliche Modification des Metalls ausgesprochen, und zwar für die Erzeugung einer Oxydschicht, die auf ähnliche Weise starker, sogar heifser Säure widerstehen soll, wie es mit derjenigen des durch Hitze angelaufenen Eisens der Fall ist. Hier gilt indefs ebenfalls das Obenangeführte, dafs das Auge keine Spur eines farbigen Ueberzuges wahrnimmt, und es fragt sich überdiefs, ob nicht jene Indifferenz des geglühten Eisens gröfstentheils von

der Cohäsionsbeschaffenheit des Oxydulhäutchens herrühre, die auf nassem Wege wohl schwerlich in gleicher Weise entstehen kann.

Da die versuchten Erklärungen hiernach ungenügend erscheinen, so sey es erlaubt, nach Wiederholung sämmtlicher Versuche, eine neue vorzuschlagen, auf welche Hr. De la Rive, der diesen Versuchen beiwohnte, zuerst verfiel, und welche, wenigstens wenn man von der Oxydationstheorie der galvanischen Kette ausgeht, durch ihre Einfachheit sich empfiehlt. Sie beruht auf drei Thatsachen: die erste, dafs salpetrige Säure und salpetrige Salpetersäure das Eisen nicht angreifen [1]; die zweite, dafs bei der Oxydation des Eisens in concentrirter Salpetersäure bei schwacher Wirkung salpetrige Säure, bei starker Stickstoffoxydgas erzeugt wird; die dritte endlich, welche durch die Arbeiten Becquerel's und De la Rive's ebenfalls als erwiesen zu betrachten ist, dafs jede Oxydation eine Elektricitätsquelle ist, in welcher die positive Elektricität nach der Säure, die negative nach dem Metalle hingetrieben wird.

Wie bekannt *bleibt das Eisen blank in concentrirter Salpetersäure* von 1,5 spec. Gew., während es in einer Säure von 1,3 mit heftiger Entwicklung von Stickoxydgas aufgelöst wird. Ob jenes Blankbleiben von einer, von Anfang oder erst später eingetretenen Unveränderlichkeit herrührt, prüft man am besten mittelst eines Galvanometers, unter Anwendung eines Platindrahtes als zweites eintauchendes Metall. Beim Einsenken des Eisens zeigt sich jedesmal, als Beweis einer schwachen Oxydation, ein Strom, der vom Eisen durch die Flüssigkeit zum Platin geht, und nach einiger Zeit verschwindet. Doch scheint nicht das so entstehende Eisensalz dem Metall später zum Schutze zu dienen, da Fischer die Spuren desselben in der Säure fand, und die berührende

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, Bd. III S. 428.

Flüssigkeitsschicht keine besondere Färbung zeigt; sondern vermuthlich bildet sich, theils in Folge der Desoxydation der Salpetersäure, die nicht auf die Stufe der Stickoxydgasentwicklung herabsteigt, theils in Folge einer physischen Auswahl, wovon die Capillarerscheinungen gemengter Flüssigkeiten manche Beispiele darbieten, eine Hülle durch Adhäsion festgehaltener, hinlänglich concentrirter salpetriger Salpetersäure, um jeden ferneren Angriff zu hindern. Dieser Ansicht dient zur Unterstützung, dafs das unbewaffnete Auge schon im ersten Augenblick, eine vom Draht herabsinkende, schwerere Flüssigkeit, das Eisensalz, und später eine adhärirende Schicht von nahe gleicher Farbe, aber verschiedener, und zwar geringerer Brechung, als die übrige Flüssigkeit, die salpetrige Salpetersäure, erkennen kann. — Nimmt man allmälig schwächere Säuren, so stellt sich jener Zustand immer schwerer und später ein, weil die salpetrige Säure nach einiger Zeit erst eine hinlängliche Concentration am Metall gewinnt. Bei noch gröfserer Verdünnung endlich erfolgt die Oxydation mit Entwicklung von Stickoxydgas, wobei dann vorzüglich die heftige Bewegung und Mengung der Flüssigkeit das Haupthindernifs gegen die Herstellung jener statischen Verhältnisse, nämlich gegen die Ansammlung der nöthigen Menge salpetriger Säure, wird. Nichts destoweniger leuchtet ein, dafs auch Zwischenstufen der Concentration, in der Nähe des Gleichgewichtes zwischen den den Angriff unterstützenden und unterdrückenden Ursachen, geringfügige Umstände das eine oder andere Verhalten bestimmen können, und dafs, je kräftiger diese Umstände sind, desto weiter und auffallender die eine Wirkung in das Gebiet der andern übergreifen kann. Hierhin gehören nun alle die genannten Anomalien, und wenn diese Erklärung die richtige ist, so müssen sie sämmtlich auf Bedingungen hinleiten, die im Falle von Passivität eine Anhäufung, im Falle von Activität eine Entziehung der salpetrigen Säure vom Eisen begünstigen.

Aus diesem neuen Standpunkt wollen wir die vorzüglichsten dieser Wirkungen durchgehen.

Der Hauptversuch von Schönbein besteht darin, dafs wenn man in eine Säure von 1,3 spec. Gew., die mit Energie Eisen angreift, einen geglühten oder früher in concentrirte Salpetersäure getauchten, in beiden Fällen also einen indifferenten Draht zuerst, und nachher, in Berührung damit, einen frischen Draht eintaucht, *letzterer ebenfalls beschützt bleibt.* In diesem Zustand verharrt er auch nach Wegnahme des ersten Drahtes, und vermag einen dritten, activen, auf ähnliche Weise indifferent zu machen. Auch in diesem Fall tritt der neue Zustand nicht augenblicklich ein; häufig sieht man anfangs einige Blasen entweichen, eine dünne Oxydhaut sich bilden, die aber bald unter Verbreitung einer Wolke eines Eisensalzes wieder verschwindet, und zuletzt, nach Herstellung des Metallglanzes, eine flüssige Hülle von verschiedener Brechung am Drahte sich sammeln. Dafs hier keine specifische Wirkung des indifferenten Eisens im Spiele sey, sondern die Bedeutung jener Mittheilung durch Contakt einzig in der Herstellung eines galvanischen Kreises durch die sich berührenden Drähte und die Flüssigkeit liege, erhellt daraus, dafs man den passiven Draht mit gleichem Erfolg durch Platin oder Gold, überhaupt durch jeden unangegriffenen gutleitenden Körper, ersetzen kann. Bringt man das Galvanometer zwischen die eintauchenden Enden, so stellt sich der passive Zustand wieder ein, doch, wie zu erwarten, erst in Folge eines heftigen Stromes, der vom beschützten oder anfangs sich oxydirenden Draht als +Pol, durch die Flüssigkeit, zum schützenden Metall als —Pol übergeht. Das Aufhören des Angriffs rührt dann daher, dafs eben dieser Strom nach gewöhnlichen elektro-chemischen Gesetzen dem ersten dieser Drähte in gröfserer Menge Säure zuführt, wodurch zuerst die Gasentwicklung und nachher die Oxydation selbst unterdrückt, und nachher, durch gleichzei-

tige Wegführung des anfangs gebildeten Eisensalzes, der Metallglanz wieder hergestellt wird (Fig. 3 Taf. III).

Eine zweite Reihe von Thatsachen, die theils von Herschel, theils von Schönbein beschrieben wurden, betrifft die *Wiederherstellung der Oxydation* an einem durch eine adhärirende Schicht salpetriger Salpetersäure indifferent gewordenen Draht. Aus der Flüssigkeit gehoben, bewahrt ein solcher Draht auch an der Luft einige Zeit seine Reinheit, und bei neuem Eintauchen verhält er sich wieder als passiv, so lange nämlich noch eine hinlängliche Hülle von Feuchtigkeit vorhanden ist. Zuletzt aber, nach Verdampfung der salpetrigen Säure, tritt immer, unter Auftaufen kleiner Blasen, eine Oxydation ein. Bevor diefs erfolgt, kann man den Draht ohne Nachtheil mit Glas, Papier, Holz, Platin, Gold etc. überhaupt mit einem schlechtleitenden und leitenden, aber nicht oxydirbaren Körper berühren; berührt man ihn dagegen mit einem leichtoxydirbaren Metall, so beginnt an der Contaktstelle ein dunkler Oxydfleck, der sich nach allen Seiten über das blanke Metallende ausdehnt. Auch hier beruht die Erklärung auf ähnlichen Grundsätzen. Der berührende Draht oxydirt sich in der feuchten Hülle, die nach Aufsen weniger concentrirt ist, wie es übrigens auch beim Eintauchen eines indifferent werdenden Drahtes anfangs der Fall ist. Dadurch entsteht ein Strom, der von der oxydirten Stelle durch die feuchte Hülle in den blanken Draht, und von diesem durch die Contaktstelle zurück in's berührende Metall fliefst, der also die adhärirende letzte Säureschicht wieder abzulösen, die Oxydation wieder einzuleiten strebt. Dieser Kreislauf, wie leicht erklärlich, erst nur an den Contaktstellen bemerklich (Fig. 4 Taf. III), greift immer weiter um sich, indem jede sich eben oxydirende Stelle die bedingende Ursache für die Oxydation der nächstfolgenden wird (Fig. 5 Taf. III). Der auf benachbarte Theilchen beschränkte Strom wandelt also über die Metallfläche weg,

und man wird hierin eine gewisse Analogie nicht verkennen können, mit der Art, wie die Zersetzung einer Flüssigkeit und die Fortführung ihrer Elemente zwischen den Polen einer thätigen Säule vor sich gehen. — Dieses sonderbare Verrücken der Oxydation zeigt sich sogar an einem indifferenten Drahte, während er in der Flüssigkeit steht, wenn eine feuchte Randstelle aufser derselben mit einem oxydirbaren Metall berührt wird, und etwas Aehnliches scheint, nur weit rascher und daher weniger leicht zu beobachten, bei Berührung mit einem stark activen Draht in der Flüssigkeit zu erfolgen. In allen Fällen wird durch die Oxydation des berührenden Metalls ein Strom eingeleitet, der, entgegen dem ursprünglichen, dem blanken Draht als —Pol seine Säure entzieht. Kaum ist zu bemerken nöthig, dafs es hier auf eine gewisse Gröfse des Stromes mit ankommt, so dafs feine Drähte bei ihrer Berührung oft die Wirkungen versagen, welche bei stärkeren nicht ausbleiben würden.

Eben so einfach ist die Erklärung der zwei, scheinbar im Widerspruch stehenden Thatsachen, dafs erstens ein sorgfältig eingetauchter, durch Berührung indifferenter Draht durch Erschütterung bisweilen wieder angreifbar wird, während man zweitens einen stark angegriffenen durch wiederholtes Ein- und Austauchen, oder schon durch längeres Schütteln in der Flüssigkeit indifferent und blank werden sieht. Im ersten Fall nämlich werden trokkene äufsere Randstellen des Drahtes von der bewegten Flüssigkeit getroffen, und hierdurch entsteht, wie im vorhin erklärten Versuch, ein die Säure entfernender Strom (Fig. 6 Taf. III). Im zweiten Fall, nachdem Stellen aufserhalb der Flüssigkeit sich hinlänglich stark oxydirt haben, damit die Oxydkruste, die *am Rande* dann immer wahrgenommen wird, schützend wirke, ein Verhalten, dafs nur hier, wo die gröfstentheils aus salpetriger Salpetersäure bestehende Capillarflüssigkeit zur Auflösung des Oxydes nicht genügt, eintritt, können jene Stellen

als

als passive wirken, wie im Grundversuch. Der Strom geht dann vom eingetauchten Metall durch die Flüssigkeit, namentlich auch den capillargehobenen Theil derselben, an die oxydirten Stellen, und von diesen durch das Metall zurück, so dafs dem Drahte die Säure zugeführt wird (Fig. 15 Taf. III). In den Bedingungen dieser Wirkungen liegt es, dafs manche Nebenumstände, wie z. B. ein gröfseres oder geringeres Eintauchen, eine schwächere oder stärkere Bewegung u. s. f. leicht Einflufs auf das Gelingen des Versuchs erlangen.

Höchst auffallend ist ohne Zweifel die Art, wie, nach leicht zu wiederholenden Beobachtungen von Herschel und Schönbein, der Zustand des Angriffs bei Berührung mit einem activen Metall wieder beginnt, nämlich durch eine Folge immer schneller werdender *Pulsationen*, in denen Momente starker Gasentwicklung mit Momenten der Ruhe wechseln, bis zuletzt eine sehr heftige Wirkung die Oberhand gewinnt. Läfst man diese Pulsationen in geringem Grade entstehen, dadurch z. B. dafs man sich zur Berührung eines sehr feinen Kupferdrahtes bedient, so sieht man von der Contaktstelle einen dunkeln Oxydfleck ausgehen, nach beiden Seiten wie eine Welle über den Draht fortlaufen, das Metall aber wieder blank hinter sich lassen. Bald folgt auf diese erste, vom gleichen Ursprung ausgehend, eine zweite Oxydationswelle, später eine dritte etc. Jede Stelle, zu der die Oxydation gelangt, sendet eine Wolke kleiner Gasbläschen aus (bei sehr schwacher Wirkung nicht), jede, die sie verläfst, verbreitet ein Eisensalz in die Flüssigkeit. Der Vorgang dürfte folgender seyn (Fig. 16 u. 17 Taf. III): der vordere Rand der oxydirten Stelle wirkt, wie schon oben erläutert, zur Oxydation des blanken Drahtes ein, vermöge eines Stromes von der in Oxydation begriffenen Stelle durch die Flüssigkeit zu den benachbarten noch blanken Stellen, welcher Strom von letzteren die Säure ablöst. Im nahe rückwärts liegenden Theil ist wegen der

Oxydkruste der Angriff schwächer geworden, es bildet sich mehr salpetrige Säure und die Gasblasen hören auf; allein noch weiter zurück, wo das Oxyd als Eisensalz sich aufgelöst hat und das blanke Metall wieder erscheint, mufs sich auch der, von der Stelle der Hauptoxydation ausgehende Strom wieder geltend machen, und sonach eine zweite Oxydationswelle hervorrufen. Es erklärt sich auf diese Weise, warum alle diese Wellen von der *erstberührten Stelle*, gleichgültig wo diese in der Flüssigkeit liegt, ausgehen, selbst nachdem der berührende Draht wieder entfernt worden ist; wie bei schwacher Oxydationserregung oft nur eine schwache Welle entsteht, die den Draht blank zurückläfst, oder eine Reihe von abnehmender Stärke, die schon vor dem Ende des Drahtes erlöschen u. s. f. Auch hier kommt alles darauf an, die chemische Wirkung als erste Ursache der Ströme zu betrachten, die ihrerseits wieder durch Zu- oder Wegführung gewisser Bestandtheile der Flüssigkeit neue chemische Wirkungen hervorrufen oder begonnene unterdrücken. — Dafs mehrere, aufsen in Verbindung stehende Drähte, wie Schönbein bemerkt, *synchronisch* pulsiren, rührt wohl daher, dafs ein Theil der Ströme durch den Kreis der Drähte und die Flüssigkeit sich bewegt, und nur, wenn Synchronismus eingetreten ist, die beiderseitigen Wirkungen sich gegenseitig nicht mehr störend modificiren.

Mit den vorigen Erscheinungen hängt auf's Innigste die Rolle zusammen, welche das Eisen *in der Reduction salpetersaurer Metallsalze* spielt, Erscheinungen, welche Wetzlar, Fechner und Fischer, und zwar vorzugsweise am salpetersauren Silber, wo sie am auffallendsten hervortreten, prüften. Ein Eisenstäbchen in eine concentrirte Auflösung dieses Salzes mit einem Ueberschufs von Salpetersäure von weniger als ein Drittel des Volumens (bei gröfserer Menge umgiebt sich das Eisen schnell mit salpetriger Salpetersäure und bleibt dann unwirk-

sam) [1]) getaucht, überzieht sich rasch mit reducirtem Silber, wobei das Eisen sich theils auf Unkosten des Silbers, theils auf Unkosten der Salpetersäure, die in salpetrige Säure übergeht, zu reduciren scheint. Die Vegetationen, die da beginnen, wo zufällig weniger angegriffene, doch leitende Stellen am Eisen sich befinden, wachsen in Folge von Strömen, die von dem in Oxydation begriffenen Draht durch die Flüssigkeit, besonders in die Enden der Vegetationen, und durch den Stamm derselben in den erstern zurückführen (Fig. 8 Taf. III). Allmälig sammelt sich, unter gleichzeitiger Verbreitung eines Eisensalzes in die Flüssigkeit, salpetrige Säure in hinlänglicher Menge am Draht, dafs die Oxydation des Eisens und damit die Reduction des Silbers aufhören, worauf dieses von der sauren Flüssigkeit neuerdings oxydirt und aufgelöst wird. Diese zweite Oxydation hat offenbar einen entgegengesetzten Strom, wie der anfänglich vom Eisen erregte, zur Folge (Fig. 9 Taf. III), und daher scheint es möglich, dafs letzteres allmälig wieder von seiner Säure befreit und dadurch zu einer neuen Reduction fähig wird. Diefs scheint die Erklärung des von Fechner bemerkten sonderbaren Wechsels mehrmaliger Reduction und Wiederauflösung des Silbers zu seyn, eines Wechsels, in dem auch wirklich, wie die gegebene Erklärung es verlangt, der Strom jedesmal seine Richtung umkehrte, und welcher dann ein Ende fand, wenn ein zu grofses Verhältnifs der freien Säure für das Eisensalz in Anspruch genommen war. — Die genannten Physiker führen noch manche andere Wirkungen an, die im Verhalten der reinen Säure ihr Analoges finden. So z. B. beschrieben sie ein Verrücken der Reduction auf einem indifferenten Drahte von der Contaktstelle mit einem oxydirbaren Metall aus, welches in Allem mit dem Umsichgreifen der Oxydation in den früher angegebenen Versuchen übereinstimmt; der einzige Unterschied liegt in der

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, Bd. III S. 428.

That darin, dafs hier die Oxydation des Eisens, welche immer die erste Ursache der Erscheinung ist, unmittelbar von einer Reduction des Silbers begleitet wird.

Sind die hier aufgestellten Ansichten richtig, so liegt der tiefere Grund dieser Klasse von Erscheinungen in der *eigenthümlichen Natur* und der *besonderen Zersetzungsweise der Salpetersäure;* und das Eisen, statt durch ein specifisches, ihm ausschliefslich zukommendes Vermögen darin einzugehen, würde nur wegen des Umstandes, dafs seine Affinitätsverhältnisse jene Wechsel der Wirkung mit Säuren von gewöhnlicher Concentration am leichtesten zulassen, besonders günstig sich zeigen. — Für *Zinn* ist bereits die Unveränderlichkeit in sehr concentrirter Salpetersäure bekannt. In einer Säure, die Eisen unangegriffen liefs, aber Zinn mit heftiger Stickoxydgasentwicklung oxydirte, blieb letzteres durch Verbindung mit einem früher eingetauchten Platinstreifen indifferent, wobei kleine Lappen von Oxyd sich ablösten, und durch Zwischenbringung des Galvanometers ein Strom in gleicher Richtung wie beim Eisen sich offenbarte. Es blieb aber auch indifferent nach Wegnahme des Platins, doch genügte die kleinste Bewegung der Flüssigkeit, die geringste Benetzung am Rande des noch trocknen Metalltheiles, eine Oxydation zu erregen, die von dieser Stelle aus, doch langsamer als beim Eisen, und unter Rücklassung einer dicken Oxydkruste nach dem Ende des Streifens fortrückte. Auch aus der Flüssigkeit gehoben, hielt sich der Glanz einige Zeit, durch Berührung mit einem Zinkstäbchen oder in Folge der Verdampfung trat aber ebenfalls, im letzteren Fall von der Gränze des feuchten Theiler beginnend, Oxydation ein. — Mit *Kupfer*, in einer für Eisen sehr günstigen Säure, zeigten sich auf einer andern Stufe ganz ähnliche Wirkungen. Ein sehr dünner Draht dieses Metalls, *innig* mit einem geglühten Eisendraht oder einem Platinstreifen verbunden

blieb indifferent und blank, nachdem eine Wolke kleiner Gasblasen, und, im spätern Versuch die Ablenkung des Galvanometers, dessen Zwischenbringung die Beschützung nicht aufhob, eine anfängliche Oxydation beurkundet hatten. Selbstständig konnte indefs der passive Zustand nicht fortbestehen, als ob ein schwacher Strom wenigstens zur Festhaltung der salpetrigen Säure erforderlich wäre; denn sogleich nach Aufhebung der metallischen Berührung begann die Gasentwicklung wieder. Ward der Strom nicht direct, d. h. durch einen kurzen Metallbogen, sondern durch zwei Quecksilberschalen und den langen und feinen Multiplicatordraht vermittelt, so unterblieb zwar ebenfalls der Angriff, allein das Metall, statt blank zu werden, behielt eine dunkle Kruste von Oxyd oder Kupfersalz. Der einzige Grund dieser Abweichung lag, wie sich bald zeigte, in der Schwächung des Stromes, wodurch derselbe unvermögend ward das Oxyd vom positiven Pol zu entfernen, und später konnte nach Willkühr, indem die Quecksilberschalen (das Galvanometer blieb vom Kreis ausgeschlossen) entweder durch einen *blanken* oder durch einen ganz gleichen, aber *stark angelaufenen* Kupferdraht verbunden wurden, ein Wechsel des Metallglanzes mit einer matten Oxydhülle erhalten werden. Immer aber, sobald der Kreis unterbrochen ward, begann nach einigen Augenblicken ein starker Angriff. Nach der fortdauernden Ablenkung der Nadel zu schliefsen, schien der fortdauernde blanke Zustand eines Metalls nicht immer die Abwesenheit chemischer Wirkung anzudeuten, sondern oft, auf der ersten Zersetzungsstufe der Salpetersäure, scheint das entstehende Oxyd im Momente seiner Entstehung aufgelöst zu werden, so dafs eben nur der Strom, und bisweilen schwache Wirkungen der Refraction das Daseyn einer Wirkung unmittelbar beurkunden.

Aus diesen Erörterungen scheint hervorzugehen:

1) Dafs es zur Erklärung sämmtlicher Erscheinungen der Activität und Passivität des Eisens keiner neuen Hypothese bedarf;
2) dafs die Erscheinungen in verschiedenen Metallen, nur dem Grad, nicht dem Wesen nach verschieden sind;
3) dafs sie vorzüglich von der Unfähigkeit concentrirter salpetriger Salpetersäure, manche, vielleicht alle Metalle anzugreifen, so wie von der doppelten Zersetzungsweise der Salpetersäure abhängen;
4) dafs der Eintritt der Passivität stets von einer Oxydation und einem entsprechenden Strome begleitet ist.
5) dafs eben dieser Strom, je nachdem er Säure zuführt oder entzieht, dadurch die Entstehung und Ansammlung salpetriger Säure befördert oder hindert, den Wechsel im elektro-chemischen Verhalten der Metalle gegen Salpetersäure bestimmt [1]).

---

## X. *Die Unzulänglichkeit der bisherigen Hypothese über die Passivität des Eisens; von* C. F. Schönbein.

Es sind bis jetzt zwei Hypothesen über die Ursache der chemischen Indifferenz des Eisens gegen den Sauerstoff aufgestellt worden, welche beide das merkwürdige Verhalten dieses Metalles aber nur in Beziehung auf die Salpetersäure zu erklären suchen, und wenig oder keine Rücksicht nehmen auf die so wichtige Wirkungsweise eines als positiven Pol functionirenden Eisendrahtes in

1) In den Figuren ist immer nur der Strom der positiven Elektricität angegeben. Die punktirten Pfeile bezeichnen das Vorrücken der Oxydation.

wäfsrigen Auflösungen der verschiedenartigsten Sauerstoffverbindungen. Dafs Erklärungsweisen, auf einer so beschränkten Basis ruhend, bald als ungenügend sich erweisen würden, war vorauszusehen. Aufser der Hypothese des Hrn. Faraday, von der bereits in den Annalen die Rede gewesen ist, und welche ich noch einmal am Ende dieser Arbeit besprechen werde, hat neuerdings Hr. Mousson aus Zürich in dem Septemberheft der *Bibliothèque universelle* [1]) die Passivität des Eisens mit allen damit zusammenhängenden Erscheinungen (in sofern dieselben nämlich in Salpetersäure stattfinden) zu erklären gesucht. Die Ansicht des Hrn. M. hat mit der Faraday'schen das gemein, wie verschieden sie auch von letzterer ist, dafs sie das passive Eisen durch eine Hülle gegen die Einwirkung der Salpetersäure geschützt seyn läfst. Nach Hrn. F. ist ein Oxydhäutchen, nach Hrn. M. eine Schicht salpetrichter Säure die Schutzhülle des Eisens oder die Ursache seiner Passivität. Beide Erklärungsweisen schreiben also den indifferenten Zustand dieses Metalles einem mechanischen Grunde, einer Art von über das Eisen hergezogenen Firnisse zu. Wäre die eine oder die andere Ansicht die richtige, so böte besagte Indifferenz kaum mehr Interesse dar, als der Umstand, dafs ein Stück Eisen, z. B. in eine Glasröhre eingeschlossen, von der Salpetersäure nicht angegriffen wird. Der einzige Unterschied zwischen beiden Fällen bestände eigentlich nur darin, dafs in dem einen die Schutzhülle greifbarer und augenfälliger seyn würde als in dem andern. Soll also das fragliche Factum ferneres wissenschaftliches Interesse haben, so mufs gezeigt werden, dafs das Eisen in seinem indifferenten Zustande eine rein metallische Fläche der Salpetersäure oder einer andern unter gewöhnlichen Umständen auf dieses Metall wirkenden Sauerstoffverbindung darbiete. Diese Aufgabe will ich indirecter Weise dadurch lösen, dafs ich die Unrichtigkeit

1) Und in dem vorhergehenden Aufsatz. *P.*

der sonst so ingeniösen Hypothese des Hrn. Mousson nachweise. Zu diesem Behufe mufs ich vor allererst die wesentlichsten Voraussetzungen erwähnen, auf welche die zu widerlegende Erklärungsweise basirt ist. Sie sind folgende: 1) Die concentrirte salpetrichte Säure (Berzelius's salpetrichte Salpetersäure) greift die meisten Metalle, namentlich das Eisen nicht an. 2) Bei langsamer Action der Salpetersäure bildet sich vorzugsweise salpetrichte Säure, bei rascher Stickstoffdeutoxyd. 3) Das Eisen zieht aus einem Gemisch von Salpetersäure und salpetrichter Säure vorzugsweise letztere, in Folge einer capillaren Thätigkeit, an. 4) Jede Oxydation veranlafst einen elektrischen Strom. 5) Das positive Metall einer geschlossenen Kette häuft die in der schliefsenden Flüssigkeit enthaltene salpetrichte Säure um sich an, das negative Metall stöfst diese von sich ab.

Die Behauptung, dafs die concentrirte oder vielmehr die wasserfreie salpetrichte Säure die meisten Metalle nicht oxydire, über welchen Punkt die chemischen Lehrbücher nichts oder das Gegentheil von Hrn. M's. Annahme sagen, halte ich für vollkommen richtig, und weifs diefs ganz gewifs aus eigenen Versuchen in Beziehung auf das Eisen. Dafs bei langsamer Action der Salpetersäure auf die Metalle hauptsächlich nur salpetrichte Säure sich bilde, und letztere von dem Eisen vorzugsweise angezogen werde, sind Angaben, von denen mir unbekannt ist, auf welche Autoritäten sie sich stützen. Ueber die unter 5) enthaltene Voraussetzung werde ich weiter unten meine Bemerkungen zu machen Gelegenheit nehmen. Die Thatsache, dafs ein Eisendraht, in concentrirte Salpetersäure getaucht, gegen diese positiv wird, erklärt Hr. M. aus 1), 2) und 3). Es bilde sich nämlich im Augenblicke des Eintauchens ein Eisennitrat und salpetrichte Säure; ersteres senke sich vom Drahte ab, während letztere um denselben, in Folge einer capillaren Thätigkeit, sich anhäufe. So lange nun die Salpetersäure nicht zu

wasserhaltig sey, könne sich in ihr ein solcher Draht mit seiner schützenden Schicht von salpetrichter Säure erhalten, überschreite aber der Verdünnungsgrad eine gewisse Gränze, so beginne die bekannte zersetzende Wirkung des Wassers auf die salpetrichte Säure. Das Passivwerden eines Eisendrahtes in gewöhnlicher Salpetersäure vermittelst voltaischer Combination wird durch 1), 4) und 5) erklärt. Ein Eisendraht mit Platin verbunden bildet in Salpetersäure eine einfache Kette; wird der Platindraht zuerst und dann der Eisendraht in die Säure getaucht, so geht in Folge einer angenommenen am Eisen stattfindenden Oxydation von diesem Metall ein Strom durch die Flüssigkeit in das Platin und von diesem zurück in den Eisendraht; es wird, mit anderen Worten, unter den angegebenen Umständen das Eisen positiv, das Platin negativ elektrisch. Die durch die Oxydation der eintauchenden Oberfläche des Eisendrahtes erzeugte salpetrichte Säure häuft sich nun, in Folge des ihn durchgehenden positiven Stromes, so stark an, dafs die benachbarte Salpetersäureschicht aufser unmittelbare Berührung mit dem Metalle gesetzt wird. Versteht sich von selbst, dafs, nach Hrn. M., das geglühte Ende eines Eisendrahtes auf eine ähnliche Weise wie das Platin wirkt, und ein durch Eintauchen in Salpetersäure passiv gemachter Draht ebenfalls die elektrische Rolle eines negativen Metalles spielt. Dafs ein gewöhnlicher Eisendraht in ziemlich wasserhaltiger Salpetersäure ohne voltaische Combination nicht passiv wird, mufs Hr. M. dem starken Wassergehalt derselben zuschreiben, welcher die erzeugte salpetrichte Säure sofort wieder in Salpetersäure und Stickstoffdeutoxyd zersetzt; um diefs zu verhindern, nimmt er den positiven Strom zu Hülfe, der ihm die salpetrichte Säure nicht nur anziehen, sondern auch gegen die zersetzende Wirkung des Wassers schützen mufs. Es läfst sich hier fragen, warum denn nach Aufhören des Stromes die salpetrichte Säure fortfahre an dem Eisendrahte zu haften oder un-

zersetzt zu bleiben, so dafs, nach Faraday's und meinen eigenen Beobachtungen, ein auf die vorhin beschriebene Weise positiv gemachter Draht Wochen lang in Salpetersäure von 1,35 unangegriffen liegen bleibt. Ferner läfst sich die Frage stellen, aus welchem Grunde denn im vorliegenden Falle salpetrichte Säure gebildet werde, da in einer Säure von der angegebenen Stärke Eisen ohne voltaische Combination so äufserst rasch angegriffen wird, nach Hrn. M's. Meinung selbst also wohl Stickstoffdeutoxyd als Zersetzungsproduct sich bilden müfste. Der Umstand, dafs die Oxydation nur eine momentane Dauer hat, sollte auf das Resultat keinen Einflufs haben. Was nun die Behauptung betrifft, dafs die salpetrichte Säure von dem positiven Metalle einer geschlossenen Kette angezogen, von dem negativen aber abgestofsen werde, so bringen wir dagegen den allgemeinen Erfahrungsatz in Erinnerung, dafs nur die Bestandtheile eines in elektrischer Zersetzung begriffenen Körpers (Elektrolyten), die Ionen Faraday's, von den Polen einer Säule angezogen oder abgestofsen werden; ein solcher Bestandtheil ist aber die salpetrichte Säure nicht; es kann also auch von einer elektrischen Anziehung derselben durch das positive Eisen wohl keine Rede seyn. Eine andere schwache Seite der fraglichen Hypothese ist auch, dafs sie nicht erklärt oder nur im Entferntesten sich einsehen läfst, warum die chemische Indifferenz des Eisens nur dann eintritt, wenn die Kette mit diesem Metalle geschlossen wird. Auf diesen Punkt werde ich später wieder zurückkommen. — In einer meiner früheren Abhandlungen habe ich der merkwürdigen Thatsache erwähnt, dafs Eisen, wenn es als positiver Pol einer Säule functionirt und diese mit ihm geschlossen wird, von Salpetersäure, selbst wenn noch so sehr, z. B. 200 Male, mit Wasser verdünnt, nicht angegriffen, ja nicht einmal von dem Sauerstoff oxydirt wird, den der Strom aus dem Wasser an ihm ausscheidet. Nach allem, was wir über

das Verhalten des Wassers zur salpetrichten Säure wissen, kann letztere in Gegenwart von so viel Wasser gar nicht bestehen; es kann also in dem angegebenen Falle auch nicht die salpetrichte Säure es seyn, welche den Eisendraht vor der Oxydation schützt. Ueberdiefs zeigt das Eisen eine gleiche Indifferenz, wenn die die Säule schliefsende Flüssigkeit keine Salpetersäure enthält, mithin die Anwesenheit oder Bildung der salpetrichten Säure eine absolute Unmöglichkeit ist [1]). Es ist hier der Ort einer Erscheinung zu erwähnen, die ich vor Kurzem beobachtete, über die ich aber später in einer besonderen Arbeit reden werde. Bekanntlich schlägt gewöhnlicher Eisendraht aus einer Lösung des blauen Vitriols das Kupfer nieder, während, nach meiner eigenen Erfahrung und denen anderer Chemiker, ein passiver Draht dieses Vermögen verloren hat. Meinen neuesten Beobachtungen zufolge erwirbt ein solcher Draht seine Reactionsfähigkeit genau unter den gleichen Umständen wieder, unter welchen er wieder activ gegen Salpetersäure wird. Nach Hrn. M. müfste der Grund der Passivität des Eisens gegen das Kupfersalz ebenfalls in einer an dem Metalle haftenden Schicht von salpetrichter Säure liegen. Wie nun aber ein als positiver Pol functionirender Eisendraht passiv gegen Salpetersäure von jedem Concentrationsgrade ist, eben so verhält sich derselbe auch gegen die Kupfersalzlösung, vorausgesetzt jedoch, es werde mit dem Drahte (wie diefs auch die Salpetersäure fordert) die Säule geschlossen. So lange der Strom durch den Eisendraht geht, wird von diesem auch nicht eine Spur von Kupfer gefällt; sobald aber jener auf irgend eine Weise unterbrochen, z. B. der Draht von der Säule abgetrennt oder aus der Flüssigkeit herausgenommen wird, überzieht sich dieser mit einem Kupferhäutchen. Offenbar rührt die chemische Indifferenz des Eisens gegen die Salpetersäure und das Kupfersalz von einer und eben derselben Ursa-

1) Siehe meine Abhandlung in diesen Annalen, 1836, No. 7.

che her; da nun, wie wir gesehen haben, das Metall gegen die Vitriollösung passiv werden kann, ohne Mithülfe von Salpetersäure, also unter Umständen, wo salpetrichte Säure durchaus nicht in's Spiel kommt, so folgt hieraus, dafs in dieser Säure auch nicht der Grund der Passivität des Eisens liegen kann. Ob nun gleich voranstehende Bemerkungen schon hinreichen dürften, die Unrichtigkeit der in Rede stehenden Hypothese darzustellen, so wollen wir letztere, um dem Beweis den höchsten Grad von Bündigkeit zu geben, mit den Voraussetzungen des Hrn. M. selbst widerlegen. Geben wir ihm also die Grundlagen seiner Erklärungsweise vollkommen zu; nehmen wir an, es liege der Grund der Passivität des Eisens in einer an ihm haftenden Schicht salpetrichter Säure, verbinden wir einen zum Beispiel durch Eintauchen in concentrirte Salpetersäure passiv gemachten Eisendraht mit einem gewöhnlichen Drahte, tauchen wir das eine Ende des ersten Drahtes in Salpetersäure von 1,35, und schliefsen wir die Kette mit dem einen Ende des zweiten Drahtes, so wird dieser bekanntlich selbst passiv. Es entsteht unter diesen Umständen, wie das Galvanometer nachweist, ein elektrischer Strom, vom gewöhnlichen Eisendrahte durch die Säure in den passiven Draht gehend und von da in den ersten zurückkehrend, wie aus Fig. 11 Taf. III erhellt, in welcher $P$ den passiven, $E$ den gewöhnlichen Draht, die Flüssigkeit darunter die Säure und → den Strom bezeichnet. Es sollte also, nach Hrn. M., die an dem eintauchenden Theil des negativen $P$ haftende salpetrichte Säure abgestofsen und der Draht thätig werden, was aber nicht geschieht. Man kann nicht sagen, dafs, weil der Strom nur wenige Augenblicke andauert, derselbe nicht alle salpetrichte Säure von $P$ entferne; denn derselbe Strom wird ja in $E$, dem positiven Metalle, als stark genug angenommen, um eine zu seiner Schützung hinreichende Menge dieser Säure um sich ansammeln zu können; warum sollte der Strom also nicht

auch im Stande seyn eine gleiche Menge der schützenden Substanz von $P$ abzustofsen. Die Hypothese des Hrn. M. kann daher die Uebertragung des passiven Zustandes von einem Drahte auf den andern nicht nur nicht erklären, sondern es müfste ihr zufolge gerade das Gegentheil von dem geschehen, was in der Wirklichkeit stattfindet. Ob ein gewöhnlicher Eisendraht in voltaischer Combination (zu dieser rechne ich auch dessen Verbindung mit einem passiven Eisendraht) als passiv oder thätig in gewöhnlicher Salpetersäure sich erweist, hängt, wie ich früher schon gezeigt habe, einzig und allein von der Art und Weise der Schliefsung der Kette ab; schliefst der gewöhnliche Draht, so tritt derselbe in den Zustand der Passivität, wird aber durch das negative Element der Kette deren Schliefsung vollzogen, so zeigt sich das Eisen thätig. Da aber in beiden Fällen die Richtung des Stromes die gleiche bleibt, mit andern Worten, in den elektrischen Gegensätzen der die Kette bildenden Metalle keine Veränderung eintritt, so können auch die Erscheinungen der Activirung und Passivirung des Eisens nicht allein durch elektrische Verhältnisse bedingt seyn; man nähme denn an, es vermöchte die gleiche Ursache einander ganz entgegengesetzte Wirkungen hervorzubringen. Was bestimmend auf das fragliche Resultat mitwirkt, ist offenbar das Stattgefunden- oder Nichtstattgefundenhaben chemischer Action an dem gewöhnlichen Eisendrahte vor vollzogener Schliefsung der Kette; ja in der That ist es dieser Umstand auch ganz allein, welcher, so viel wir wenigstens bis jetzt über den Vorgang wissen, das Ergebnifs entscheidet [1]). Zum Schlusse füge ich meinen früheren Bemerkungen über die, die Passivität des Eisens erklärende, Hypothese Faraday's noch einige weitere bei, die bis zur Evidenz beweisen dürf-

1) Ich bringe hier in Erinnerung, was ich S. 494 und 495 im XXXVIII Bande dieser Annalen über den gleichen Gegenstand bemerkt habe.

ten, dafs die chemische Indifferenz dieses Metalles nicht in einer oxydirten Oberfläche desselben begründet sey. Wie der genannte Naturforscher mit dem Galvanometer nachgewiesen hat, verhält, in einer aus einem gewöhnlichen und einem passiven Eisendrahte bestehenden Kette, der letztere sich als das negative Metall, oder es entsteht, wenn diese Kette vermittelst Salpetersäure geschlossen wird, ein elektrischer Strom, dessen Richtung die eben in Fig. 11 Taf. III gezeichnete ist. Dieser Strom zersetzt Wasser, und es scheidet sich dessen Sauerstoff am gewöhnlichen, nämlich am positiven Eisendraht ab, welcher zur Bildung des die Passivität begründenden Oxydhäutchens verwendet wird, während der Wasserstoff an *P* auftritt. Es sollte nun das positive Element des Wassers mit dem Sauerstoff des an dem negativen *P* haftenden Oxydes sich verbinden und die Oberfläche des Drahtes in den metallischen Zustand zurückführen, d. h. das positive Eisen thätig machen; was aber nur dann geschieht, wenn die Kette mit *P*, nicht aber wenn sie mit *E* geschlossen wird. Warum desoxydirt nun in diesem Falle der Wasserstoff das Oxydhäutchen von *P* nicht? Etwa auch defswegen weil der Strom von zu kurzer Dauer ist, als dafs der durch ihn freigemachte Wasserstoff zur vollständigen Desoxydation des Häutchens hinreichte? Es läfst sich aber auch hier sagen, dafs diejenige Menge von Sauerstoff, welche, nach der Faraday'schen Hypothese, an *E* das schützende Oxydhäutchen bildet, genau das chemische Aequivalent des Wasserstoffes ist, der durch den Strom an *P* ausgeschieden wird; es sollte also der abgetrennte Wasserstoff auch hinreichen, das Häutchen an *P*, vollkommen dem an *E* gebildeten gleich, zu desoxydiren. Wie man aus vorangegangenen Bemerkungen sieht, läfst sich, nach Hrn. Faraday's Ansicht, das Uebertragen des passiven Zustandes von Draht zu Draht eben so wenig erklären, als nach der Hypothese des Hrn. Mousson.

## XI. *Neuer Beweis für den chemischen Ursprung der voltaischen Elektricität; vom Professor Schönbein.*

Obgleich mehrere Physiker, und namentlich De la Rive und Faraday, es in neuester Zeit so gut als aufser Zweifel gestellt haben, dafs durch den blofsen Contakt heterogener Substanzen das elektrische Gleichgewicht nicht gestört werden kann, und das Auftreten der sogenannten Berührungselektricität von der chemischen Wechselwirkung der Materie abhänge, so ist die Zahl derer, welche der Contakthypothese huldigen, noch immer sehr grofs. Dieses Festhalten an einer als ungegründet erwiesenen Ansicht schreibt sich wohl zum Theil von der grofsen Autorität, welche der unsterbliche Entdecker der Säule immer noch auf die wissenschaftliche Welt ausübt, wie auch wahrscheinlich von dem Umstande her, dafs, von seiner Hypothese geleitet, Volta selbst und Andere wirklich glänzende Entdeckungen auf dem Gebiete der Elektricität machten. Es erinnert dieser Umstand mehr als in einer Beziehung an den schon so lange geführten Streit über die Natur des Lichtes. Ob nun wohl ein einziges wohl constatirtes Factum, das im Widerspruche mit einer Hypothese steht, schon hinreicht, um diese zu stürzen, so liegt es doch im Interesse der Wissenschaft, zur möglichst baldigen Bestätigung einer solchen falschen Ansicht, die Zahl der Beweise gegen dieselbe zu häufen. Sind diese Beweise nun nicht blofs negativer Art, sondern bestätigen sie noch einen Grundsatz, der bereits schon eine gegebene Reihe von Erscheinungen erklärt, so sind sie als doppelter Gewinn für die Wissenschaft zu betrachten. Durch folgende Thatsache scheint mir nun eben sowohl die Falschheit der Contaktshypothese

als die Richtigkeit der chemischen Ansicht über die Entstehungsweise der voltaschen Elektricität auf eine eben so einfache als schlagende Weise bewiesen zu seyn. Bringt man einen passiven Eisendraht in Berührung mit Platin in eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, so scheidet sich an letzterem Metalle auch keine Spur von Kupfer aus, wird aber der passive Eisendraht in besagter Flüssigkeit zur chemischen Thätigkeit, d. h. zur Oxydation und Kupferfällung, bestimmt (z. B. durch Berührung mit einem gewöhnlichen Eisendraht innerhalb der Lösung), so erscheint in dem gleichen Augenblick das Platin mit einem Kupferhäutchen überzogen. Würde nun durch den bloſsen Contakt zwischen Platin und Eisen das elektrische Gleichgewicht gestört werden, so müſste nothwendig beim Eintauchen beider Metalle in die Kupfersalzlösung ein elektrischer Strom entstehen, und in Folge seiner Richtung am sogenannten negativen Platin sich Kupfer absetzen; was aber, wie schon bemerkt, nicht geschieht. Aus der Abwesenheit jeder chemischen Wirkung dieser einfachen Kette auf das elektrisch so leicht zersetzbare Kupfersalz läſst sich auch auf die Abwesenheit eines elektrischen Stromes schlieſsen. Wollte man annehmen, ein solcher sey dennoch vorhanden, aber zu schwach, um eine chemische Zersetzung zu veranlassen, so muſs eine solche Meinung gänzlich aufgegeben werden, wenn man das Galvanometer zu Rathe zieht. Wird mit dem einen seiner Drahtenden ein Platindraht, mit dem andern ein passiver Eisendraht verbunden, und taucht man dann beide Metalle in die Kupferauflösung, so zeigt sich die Nadel auch nicht im Mindesten afficirt; setzt man aber auf irgend welche Weise den passiven Eisendraht in chemische Thätigkeit, durch heftige Erschütterung z. B. oder durch Berührung mit einem activen Metalle, so wird im gleichen Augenblick die Nadel bewegt werden, und damit das Vorhandenseyn eines elektrischen Stromes angezeigt seyn. Versteht sich von selbst, daſs beide Drähte

auch

auch gleichzeitig mit einem Kupferhäntchen sich überziehen. Durch die Berührung des passiven Eisens mit einem activen Metalle ist die Oxydation des ersteren eingeleitet worden, und mit dieser chemischen Action tritt auch der elektrische Strom auf. Die beständige Gleichzeitigkeit beider Erscheinungen setzt aber ein Abhängigkeitsverhältnifs der einen zu der andern voraus, beweist mit andern Worten, dafs der Quell der voltaischen Elektricität nicht die Berührung heterogener Stoffe, sondern die chemische Thätigkeit, und hauptsächlich die Oxydation ist. Thatsachen, ähnlich der eben angeführten, werden sich nun in Menge beobachten lassen, wenn man passives Eisen mit negativen Metallen, wie z. B. mit Platin, Gold etc., voltaisch combinirt, und ein solches Metallpaar in geeignete elektrolytische Flüssigkeit bringt. Auch in dieser Beziehung verdient daher der passive Zustand des Eisens die Aufmerksamkeit der Chemiker und Physiker.

---

## XII. *Beobachtungen über das Sternschnuppen-Phänomen in der Nacht vom* 12. *bis* 13., *vom* 13. *bis* 14. *und vom* 14. *bis* 15. *Nov.* 1836.

Der Aufmerksamkeit, welche die ungewöhnlichen Sternschnuppenfälle der letzten Jahre [1]) bei Physikern und Astronomen erregt haben, verdanken wir die Beachtung eines ähnlichen in diesem Jahre stattgehabten Phänomens, welches sich sonst, aller Wahrscheinlichkeit nach, unserer Kenntnifs völlig entzogen haben würde, da es zu einer Zeit der Nacht eintrat, wo nur Wenige und noch dazu aus ganz anderen Rücksichten den Himmel zu betrachten pflegen.

1) S. Annal. Bd. XXXVIII S. 550, und im laufenden Bande S. 114.

Bis jetzt sind den Annalen nur aus Deutschland ausführliche Beobachtungen zugekommen, diejenigen, welche sich auf den folgenden Blättern mitgetheilt finden; indessen haben Tagesblätter bereits auch aus Frankreich vorläufige Nachrichten überbracht, so dafs wir hoffen dürfen, das Nachstehende später noch ergänzt zu sehen [1]).

1) Beobachtungen auf der Sternwarte zu Berlin.

In den drei Nächten, Nov. 11 bis 12, 12 bis 13, 13 bis 14, war auf der Berliner Sternwarte die Einrichtung getroffen, dafs immer ein Beobachter auf die Erscheinung von Sternschnuppen aufmerksam war.

Die erste Nacht war ganz trübe. Die Magnetnadel zeigte einige ungewöhnliche Bewegungen, welche vielleicht von einem entfernten Nordlichte herrühren konnten.

Die zweite Nacht war ebenfalls so dunstig, dafs kein auffallendes Phänomen bemerkt ward.

In der ersten Hälfte der dritten Nacht bemerkte der Beobachter, Hr. Dr. Wolfers keine ungewöhnliche Zahl von Sternschnuppen, so wie auch keinen besonderen Glanz derselben.

In der zweiten Hälfte, von $2^h$ Morgens an, schienen die Sternschnuppen dem Hrn. Galle, Gehülfen der Sternwarte, schon in den ersten Stunden an Zahl und Glanz zuzunehmen. Er zählte, ohne genau die Zahl verbürgen zu können, von $2^h$ bis zu $5^h 30'$ etwa 40, bei der Uebersicht über einen Theil des Himmels, der vielleicht $\frac{3}{8}$ des ganzen sichtbaren Himmelsgewölbes umfafste. In der Re-

1) Auf der Pariser Sternwarte wurden, wie die *Compt. rend. No.* 20 berichten, in der Nacht vom 12. auf den 13. von vier Astronomen 170 Sternschnuppen gezählt; 52 davon gingen durch das Sternbild des Löwen, 73 würden mit verlängerter Bahn dasselbe getroffen haben, bei 40 war diefs nicht der Fall und 5 gingen in verschiedenen Richtungen. Auch in Strasburg hat das Phänomen sorgfältige Beachtung gefunden, und zwar von Seiten einer Dame, welche die Nacht auf der Plattform des Münsters zubrachte. In La Chapelle, bei Dieppe, beobachtete es Hr. Nelle de Breauté.

gel hatte er sich auf dem Umgange um die Kuppel der Sternwarte so gestellt, dafs er nach NNW. sah, und nahe wenigstens von W. bis O. den Himmel betrachten konnte. Gegen fünf Uhr nahm die Zahl und der Glanz so zu, dafs er mit gröfserer Aufmerksamkeit die Angabe der ihm sichtbaren Sternschnuppen anmerkte. Von $5^h 30'$ bis $6^h$ sah er 90 solche Erscheinungen. Bei gelegentlichem Wechsel des Standpunktes war keine Zunahme in der Anzahl zu bemerken, so dafs die Vertheilung am Himmel ziemlich gleichförmig gewesen seyn mag.

Die Richtung fast aller auf der Nordhälfte des Himmels gesehenen Sternschnuppen war vom Zenith nach Norden immer nahe in einem Verticalkreise. In den übrigen Himmelsgegenden schienen die Richtungen mehr vom Vertical abzuweichen. Alle einigermafsen helle und dem Zenith nahe Sternschnuppen hinterliefsen einen aus Funken bestehenden Schweif, der nach einigen Secunden verschwand, und dessen Lage sich fast nie bis zu dem Punkte erstreckte, wo die Sternschnuppe verschwand. Von matten, langsam oder gleichförmig vorüberziehenden Sternschnuppen wurden wenige bemerkt. Zwei von besonderer Helligkeit, die mit Leuchtkugeln zu vergleichen waren, und die die Schweifbildung bis zu ihrem Erlöschungspunkte fortsetzten, zeigten das Phänomen eines an die Stelle der Funken und des erlöschenden Kerns tretenden weisslichen Nebels, welcher eine Kometenfigur bildete und mehrere Minuten stehen blieb. Bei der ersten, die um 4 Uhr am Kopfe der Wasserschlange erlosch, blieb der Kern gegen zwei Minuten lang sichtbar. Bei der zweiten, die nach 5 Uhr zwischen dem grofsen und kleinen Bären hindurchging, und in der Gegend der letzten Biegung des Drachen erlosch, glaubte Herr Galle noch nach *fünf* Minuten einen sich etwas senkenden Schweif zu sehen. Der Schweif erschien anfangs gerade und krümmte sich dann immer stärker und stär-

ker zu einem S, in welcher Form er die letzten drei Minuten blieb.

Obgleich sonach eine ungewöhnliche Zahl von Sternschnuppen gefallen ist, so war doch der Glanz des Phänomens nicht im entferntesten mit dem in Nordamerika bemerkten zu vergleichen, da ein Haupt-Ausgangspunkt nicht bemerkt ward, und wenn auch vielleicht die überwiegende Zahl in der Nordhälfte sichtbar seyn mochte, doch dieses Uebergewicht nicht allzu beträchtlich war. Eben deshalb beschränkte sich Hr. Galle mehr darauf, der Zahl nach wenigstens, eine richtige Schätzung zu erhalten, besonders in den letzten anderthalb Stunden, als den Gang der einzelnen genauer zu verfolgen.

Die Nacht vom 14. auf den 15. November war bewölkt.

2) Beobachtungen zu Breslau. Aus einem Schreiben des Hrn. Boguslawski an Hrn. A. v. Humboldt.

Die von Ihnen geäufserte Hoffnung ist in Erfüllung gegangen. Gegen 3 Uhr in der Nacht vom Sonntag zum Montag, vom 13. bis 14. Nov., heiterte sich der Himmel völlig auf, und säumte dann auch nicht, uns wenigstens eine Andeutung von dem mächtigen Schauspiele zu geben, von dem Sie vor 37 Jahren zu Cumana Augenzeuge gewesen sind.

13. bis 14. Nov. Obgleich eine grofse Menge während des Aufzeichnens uns entgangen seyn mögen, so umfafst die Aufnahme von $14^h$ 56′ bis $17^h$ 56′ mittl. Bresl. Zeit doch 4 von dem Lichte der Venus und heller, 13 von dem Ansehen des Jupiters, 33 gleich Sternen erster Gröfse, 46 von der zweiten, 42 von der dritten und vierten Gröfse, und 3 bei denen die Bezeichnung der Gröfse vergessen worden: in Summa 146. Zwölf darunter, gröfstentheils die hellsten, hatten Schweife hinter sich gewöhnlich wie sprühende Funken.

In der Nacht vom 14. zum 15. Nov. blieb es bis

gegen 5½ Uhr Morgens, mit Ausnahme einiger Wolken-heiter. Abends zeigten sich anfangs gar keine Stern, schnuppen, woran auch wohl der Mondschein zum Theil Schuld seyn mochte. Erst von 7h 23' an begannen sie sparsam zu kommen, später wohl etwas häufiger, aber weder so zahlreich noch so hell als in der vorhergegangenen Nacht.

Nur 2 davon hatten den Glanz der Venus, 5 den des Jupiters, 8 waren wie Sterne erster Gröfse, 46 wie zweiter, 73 wie dritter, vierter und fünfter Gröfse; zwei der hellen hatten Schweife. Diese nebst 8 ohne Bezeichnung der Lichtstärke wurden bis 17h 26' beobachtet und aufgezeichnet: in Summa in zehn Stunden 142. Richtung und Vertheilung waren vom 13. zum 14. fast ganz unverändert, nur markirter wie vom 11. zum 12., was also der Bahn-Hypothese sehr wenig das Wort spricht; denn wie müfste der geocentrische Ort sich verändert haben. Die Bahnen vom 14. zum 15. zeigen viel weniger Regel, nur wieder den Hauptummelplatz von Bernnicens Haupthaar bis in den grofsen Bär.

3) Beobachtungen zu Frankfurt am Main, angestellt von Mitgliedern des physikalischen Vereins daselbst. (Mitgetheilt vom Hrn. Dr. Neef)[1].

Mehre Mitglieder des physikalischen Vereins vereinigten sich am Abende des 12. Novembers, von einem mondlosen und sehr hellen Himmel begünstigt, in einem nach Osten und Süden gelegenen Local. Doch war sowohl nach dem Zenith, als besonders nach dem Hori-

1) Leser der Preufs. Staatszeitung werden sich einer darin vor kurzem mitgetheilten Notiz vom Prof. Wildt in Hannover erinnern, gemäfs welcher die kalten Tage des Mai (12., 13., 14.) als Oppositionsphänomene der Meteornächte betrachtet werden. Hr. Dr. Neef macht mich darauf aufmerksam, dafs diese Idee bereits früher von einem Mitgliede des physikalischen Vereins geäufsert worden sey. *P.*

zonte hin die Aussicht etwas beschränkt, und die anderen Himmelsgegenden konnten nicht überschaut werden; so dafs im Ganzen nur etwa der vierte Theil des Himmels, aber der wichtigste, beobachtet wurde. Bis 11½ Uhr liefs merkwürdigerweise keine einzige Sternschnuppe sich sehen. Aber nun begann der Meteorfall mit steigender Häufigkeit, so dafs in der halben Stunde vor Mitternacht neun Sternschnuppen gezählt wurden, am 13. Nov. von Mitternacht bis 1 Uhr neunzehn, von 1 bis 2 Uhr funfzehn, von 2 bis 3 Uhr einunddreifsig, von drei bis 4 Uhr neunundzwanzig, von da bis 4½ Uhr zweiundzwanzig. Von 4½ bis 5 Uhr, leider im Culminationspunkt des Phänomens, wurde nicht beobachtet, und von 5 bis 6 Uhr wurden dreifsig Sternschnuppen gezählt; also in 6 Stunden 155. — Rechnen wir nun mit Wahrscheinlichkeit, dafs etwa der vierte Theil der Meteore unserer Beobachtung entgangen ist, so kommen auf diese Nacht über 200 Sternschnuppen. Diefs ist allerdings, verglichen mit früheren Epochen, eine geringe Anzahl. Aber mit den allermeisten anderer Nächte verglichen, ist schon diese Zahl von merkwürdiger Gröfse. — Merkwürdiger jedoch ist der plötzliche Beginn der Erscheinung, nachdem wenigstens eine ganze Stunde vorher nichts davon zu sehen gewesen. — Am wichtigsten aber ist die Bestätigung der von Enke und Olmsted festgestellten Beobachtung, dafs diese Meteore nahe von der Stelle des Himmels ausgehen, wo der Stern Geba (das Gamma im Löwen) steht. In der That war auch diefsmal diese Stelle der Anfangspunkt der allermeisten Sternschnuppen; nur etwa der zehnte Theil der Bahnen durchschnitt diese Richtung, und von diesen waren nur einige wenige rückläufig. — Manchmal entstand in der Erscheinung eine Pause von 6, selbst 13 Minuten; dann folgten aber meistens schnell nach einander mehre Meteore. — Grofse Feuerkugeln zeigten sich nicht; doch hinterliefsen einige Sternschnuppen leuchtende Schweife, besonders die um

4 Uhr 18 Minuten vom Procyon nach Beteigeuze gehende, deren Schweif eine halbe Minute glänzte. — Auf das Wetter scheint das Phänomen keinen merklichen Einflufs gehabt zu haben. Das Barometer stand auf mittlerer Höhe, und stieg während der Nacht ein wenig. Das Thermometer hielt sich während der Nacht über dem Gefrierpunkt, und fiel gegen 3½ Uhr Morgens einen Grad R. unter denselben. Der Himmel war in der ganzen Nacht wolkenfrei; gegen Sonnenaufgang trat Nebel ein, und der schwache Wind, der Nachts beständig östlich gewesen, setzte sich in südlichen um.

Auch in der Nacht vom 13. auf den 14. Nov. observirten Mitglieder des physikalischen Vereins. Anfangs war der Himmel bedeckt, gegen Mitternacht hellte er sich aber eine kurze Zeit lang auf; und so waren von 11 Uhr 5 Minuten bis 12 Uhr 37 Minuten 23 Sternschnuppen zu zählen. Sie verhielten sich ganz wie in der Nacht vom 12. zum 13. — Dafs diese abermalige Sternschnuppen-Erscheinung wahrscheinlich einer Fortsetzung des in der vorhergehenden Nacht begonnenen Phänomens angehörte, dafs folglich bei einer so langen Dauer Alles vermuthen läfst, dafs die Erscheinung auf beiden Halbkugeln sichtbar gewesen, erhellt von selbst.

Nachstehendes Verzeichnifs enthält die Einzelnheiten der Beobachtungen.

## Nacht vom 12 auf den 13. November 1836.

| Uhr. | Minut. | |
|---|---|---|
| | | (Von 10¾ bis 11½ Uhr keine Sternschnuppe) |
| 11 | 30½ | Zwischen Castor u. Pollux üb. γ Geminor v. N. n. S. |
| | 33 | Unter Pollux von S. nach N. (Rückläufig). |
| | 35 | Tief unter Pollux v. N. nach S. (hinterläfst einen Schweif). |
| | 53 | Vom γ Gemin. nach Beteigeuze, von N. nach S. |
| | 54 | Vom Procyon bis unter Rigel (Schweif). |
| | 55 | Unter Rigel. |
| | 56 | Unter Rigel. |

| Uhr. | Minut. | |
|---|---|---|
| | 57 | Von Aldebaran nach Rigel. |
| | 59 | Vom Sirius nach S. (sehr grofs, mit Schweif). |
| 0 | 1 | Von den Plejaden nach S. |
| | 6 | Von dem Orionsgürtel nach Osten (rückläufig). |
| | 8 | Unter Rigel nach S. (sehr klein). |
| | 9 | Unter d. Orionsgürtel unt. Rigel. v. O. n. S. (Schweif) |
| | 10 | Vom Sirius nach SW. |
| | 14 | Tief unter Rigel von O. nach S. |
| | 17 | Vom gr. Löwen nach Procyon (Schweif). |
| | 21 | Unter Procyon nach Orion. |
| | 23 | Unter Belhatrix nach S. |
| | 28 | Links vom Sirius nach diesem, von O. nach S. |
| | 29 | Im Orionsgürtel von O. nach S. |
| | 30 | Ueber Sirius von O. nach S. |
| | 30½ | Vom Widder nach S. (die erste im Widder). |
| | 32 | Im grofsen Bären. |
| | 36 | Von den Hyaden nach S. |
| | 37 | Im Krebs nach dem gr. Löwen (rückläufig). |
| | 44 | Links vom Procyon nach dem Horizonte abwärts. |
| | 45 | Links vom Procyon nach S. |
| | 58 | Im kleinen Löwen abwärts nach O. |
| 1 | 1 | Im grofsen Bären nach O. |
| | 7 | Ueber Procyon nach dem Orionsgürtel. |
| | 10 | Unter Procyon nach dem Horizont abwärts. |
| | 18 | Im grofsen Bären nach W. |
| | 24 | Im gr. Bären nach dem Horizont abwärts. |
| | 25 | Im gr. Löwen nach S. |
| | 34 | Von Beteigeuze, zwischen Hyaden und Plejaden, nach dem Widder (grofser Schweif). |
| | 34½ | Von Denebola nach NO. |
| | 44 | Von den Zwillingen nach d. gr. Löwen (rückläufig). |
| | 47 | Von Mesarthim im Widder abwärts nach S. |
| | 47½ | Von den Plejaden abwärts nach S. |
| | 47¾ | Vom γ Leonis aufwärts (Schweif). |
| | 54 | Von Dubhe im gr. Bären nach S. (rückläufig). |
| | 58 | Im gr. Löwen abwärts nach dem Horizont. |
| | 58½ | Vom γ Leonis nach S. |
| 2 | 2 | Vom γ Leonis nach N. |
| | 2½ | Vom Rigel nach SW. |
| | 5 | In der Wasserschlange abwärts. |
| | 7 | Vom Procyon nach Rigel. |
| | 7½ | Vom kleinen Löwen nach N. |
| | 8 | Ueber Rigel nach S. |
| | 9 | Vom gr. Löwen nach S. |
| | 11 | Vom Sirius nach S. |
| | 14 | Unter Procyon nach S. |
| | 15 | Im gr. Löwen nach S. |
| | 16 | Vom γ Leonis nach S. |
| | 19 | Von den Plejaden nach S. |
| | 19½ | Von den Plejaden nach S. |
| | 22 | Ueber γ Leonis nach S. |

| Uhr. | Minut. | |
|---|---|---|
| | 23 | Im gr. Löwen nach S. |
| | 23½ | Zwischen Sirius und Rigel nach S. |
| | 25 | Links unter Sirius nach S. |
| | 26 | Rechts vom Orion nach S. |
| | 27 | Vom gr. Löwen nach S. |
| | 29 | Ueber Procyon nach S. |
| | 30 | Durch die Plejaden nach S. |
| | 32 | Zwischen Aldebaran und Bellatrix nach SW. |
| | 34 | Bei Denebola nach N. |
| | 40 | Ueber Denebola nach N. |
| | 45 | Unter den Plejaden nach SW. |
| | 49 | Ueber den gr. Löwen nach N. |
| | 57 | Von Denebola nach N. |
| | 57½ | Vom Regulus nach S. |
| | 58 | Ueber Denebola nach N. |
| | 58½ | Von den Plejaden nach S. |
| | 58¾ | Vom kl. Bären n. Alioth im gr. Bären (kurz. Schweif). |
| 3 | 6 | Aus dem kl. Bären nach O. (rückläufig). |
| | 6½ | Unter Sirius nach S. |
| | 7 | Vom Gürtel des Orion nach S. |
| | 8 | Im gr. Löwen nach NO. (rückläufig). |
| | 8½ | Im gr. Bären nach NO. (rückläufig). |
| | 8¾ | Vom kl. Löwen nach N. |
| | 9 | Von Alphard nach SO. |
| | 19 | Von Alphard nach SO. |
| | 20 | Bei Sirius nach S. |
| | 21 | Von γ Leonis nach SW. |
| | 21½ | Bei Sirius nach S. |
| | 28 | Im kl. Löwen abwärts nach dem Horizont (sehr hell, langsam, im Zickzack). |
| | 29 | Von den Plejaden nach S. |
| | 30 | Im kl. Löwen nach NO. |
| | 35 | Vom γ Leonis nach NO. |
| | 35½ | Vom γ Leonis nach NO. |
| | 36 | Aus dem kleinen Löwen nach O. (rückläufig). |
| | 36½ | Aus dem kleinen Löwen nach O. (rückläufig). |
| | 44 | Im gr. Bären. |
| | 46 | Vom gr. Löwen nach S. |
| | 46½ | Von Procyon. |
| | 46¾ | In der Jungfrau. |
| | 47 | Südlich von Procyon. |
| | 50 | In der Jungfrau. |
| | 50½ | Im kl. Löwen. |
| | 56 | Im kl. Löwen nach O. (rückläufig). |
| | 58 | Im Sextanten nach S. |
| 4 | 1 | Von Bellatrix durch die Hyaden (Schweif). |
| | 8 | Vom Orionsgürtel nach S. |
| | 10 | Vom kl. Löwen nach SO. (rückläufig). |
| | 12 | Vom Regulus nach O. |
| | 12½ | Vom Procyon nach Sirius. |
| | 14 | Vom Regulus nach O. |

| Uhr. | Minut. | |
|---|---|---|
| 4 | 14¼ | Vom kl. Löwen nach O. (rückläufig). |
| | 14½ | Vom kl. Löwen nach dem gr. Bären (grofs). |
| | 16 | Vom Regulus nach O. |
| | 18 | Vom Procyon nach Beteigeuze (Schweif, ½ Minute nachleuchtend). |
| | 20 | Vom kl. Löwen nach O. (rückläufig). |
| | 20½ | Von Regulus (sehr glänzend). |
| | 21 | Vom gr. Bären. |
| | 21½ | Vom gr. Löwen nach S. |
| | 21¾ | Vom gr. Löwen nach S. |
| | 22 | In der Jungfrau. |
| | 22½ | Vom kl. Löwen nach O. |
| | 23 | Von der Jungfrau nach O. |
| | 24¼ | Unter dem gr. Bären nach O. (rückläufig). |
| | 24½ | Unter dem gr. Bären nach O. (rückläufig). |
| | 24¾ | Vom Rigel nach S. |
| | 30 | Im kl. Bären. |

| Im Ganzen also: | | | | Sternschnuppen. |
|---|---|---|---|---|
| von | $11\frac{1}{2}^h$ | bis | $12^h$ | 9 |
| - | 12 | - | 1 | 19 |
| - | 1 | - | 2 | 15 |
| - | 2 | - | 3 | 31 |
| - | 3 | - | 4 | 29 |
| - | 4 | - | 4½ | 22. |

Von 4½ bis 5 Uhr wurde nicht beobachtet.
Von 5 bis 6 Uhr 30 Sternschnuppen.
Von da bis zum *Tagesanbruch noch mehre.*

Ferner beobachteten wir, dafs von 11 Uhr 30 Min. an die meisten Meteore von den Zwillingen ausgingen, von 11 Uhr 54 Min. an von dem grofsen und kleinen Hunde und Orion, von 12 Uhr 32 Min. an vom grofsen Bären, von 1 Uhr 25 Min. bis 2 Uhr 2 Min. vom grofsen Löwen, von welchem Sternbilde allein unter 125 Meteoren 29 ausgingen. Später waren die Sternschnuppen mehr vertheilt; indessen kamen die meisten aus den südöstlichen Sternbildern.

Von den 125 Meteoren, die von 11½ bis 4½ Uhr fielen, waren 17 rückläufig, d. h. ihre Bahn würde, verlängert, in das Sternbild des grofsen Löwen gegangen

seyn, während umgekehrt die Bahnen der meisten übrigen, verlängert, von diesem Sternbilde ausgegangen seyn würden. Nur wenige Sternschnuppenbahnen durchschnitten die Radien, welche vom $\gamma$ Leonis ausstrahlend gedacht werden.

Nacht vom 13. auf den 14. November.

| Uhr. | Minut. | Ausgangsstelle. |
|---|---|---|
| 11 | 5 | Vom grofsen Bären. |
| | 5¼ | Vom grofsen Bären. |
| | 8 | Vom grofsen Bären., |
| | 9 | Vom grofsen Bären. |
| | | Pause von 17 Minuten. |
| | 26 | Vom Procyon. |
| | | Pause von 9 Minuten. |
| | 35 | Vom Procyon. |
| | 36 | Vom Procyon. |
| | 36¼ | Vom Orion. |
| | 37 | Vom grofsen Bären. |
| | | Pause von 8 Minuten. |
| | 45 | Vom Procyon. |
| | 46 | Von Capella. |
| | 46¼ | Von Capella. |
| | 48 | Vom grofsen Bären. |
| | 48¼ | Vom Regulus. |
| | 50 | Vom Regulus. |
| | 55 | Zwischen Castor und Pollux. |
| 0 | | Pause von 12 Minuten. |
| | 7 | Zwischen Castor und Pollux. |
| | | Pause von 13 Minuten. |
| | 20 | Vom Orion. |
| | | Pause von 10 Minuten. |
| | 30 | Vom grofsen Bären. |
| | 31 | Vom grofsen Bären. |
| | 31½ | Vom Regulus. |
| | 32 | Vom grofsen Bären. |
| | 37 | Vom Regulus. |
| | | (Vor und nach dieser Zeit bedeckter Himmel.) |

4) Beobachtungen zu Gummersbach in Rheinpreufsen; vom Dr. Schnabel, Lehrer der Naturkunde und Mathematik an der höheren Bürgerschule daselbst.

Vor Kurzem machte Benzenberg in Tagesblättern wiederholt auf die von vielen zuverlässigen Beobachtern bestätigte Thatsache aufmerksam, dafs sich die Zeit vom

12. bis 14. November, insbesondere die Nacht vom 12. auf den 13. November durch die Erscheinung einer *ungewöhnlich grofsen Menge Sternschnuppen auszeichnete*, und er forderte zugleich die Freunde der Natur zu Beobachtungen auf. Ich wünschte mich auch von der Wahrheit dieses merkwürdigen Umstandes zu überzeugen und ihm dadurch eine neue Bestätigung zu geben.

Das hiesige Gesellschaftslocal, das nach allen Weltgegenden Fenster hat, war zum Beobachtungsorte gewählt. Die Gegend des Zeniths konnte nicht übersehen werden; eben so war der Horizont in einigen Richtungen bis auf eine gewisse Höhe durch Häuser und Berge verdeckt. Dieses abgerechnet, konnten die nach den verschiedenen Weltgegenden sehenden Beobachter die ganze Hälfte des Himmels überschauen. Die Beobachter waren, aufser mir, fünf wackere Jünglinge von 16 bis 19 Jahren aus unserer höheren Bürgerschule. So oft Einer ein Meteor sah, mufste er ein Zeichen geben, so dafs kein's zweimal angegeben wurde; ich zeichnete dann rasch die näheren Umstände der Erscheinung auf.

Die Nacht vom 12. auf den 13. November war sehr heiter; der Mond schon früh untergegangen; die Beobachtungszeit dauerte von 12 bis 5 Uhr, also 5 Stunden. Im folgenden Katalog der Beobachtungen bedeutet z. B. Süd den Beobachter, welcher am südlichen Fenster stand; dieser übersah aber auch noch einen Theil des südöstlichen und südwestlichen Himmels, u. s. w. die anderen; dabei hatte aber jeder sein bestimmtes, durch Bäume oder Häuser unten begränztes Revier.

| Uhr. | Süd. | Ost. | Nord. | West | Summe. |
|---|---|---|---|---|---|
| 12 bis 1 | 9 | 20 | 8 | 12 | 49 |
| 1 - 2 | 17 | 8 | 16 | 12 | 53 |
| 2 - 3 | 16 | 17 | 20 | 12 | 65 |
| 3 - 4 | 30 | 14 | 17 | 7 | 68 |
| 4 - 5 | 38 | 15 | 6 | 15 | 74 |
|  | 110 | 74 | 67 | 58 | 309 |

Die Totalsumme der in fünf Stunden beobachteten Sternschnuppen war also 309; es erschienen daher im Durchschnitt in einer Stunde 62. Mit den wahrscheinlich übersehenen, und denjenigen, die wegen der Hindernisse der Aussicht nicht beobachtet werden konnten, schlage ich die Zahl auf wenigstens 400 an; also im Durchschnitt in der Stunde 80. Interessant ist, wie sich die Menge in jeder nachfolgenden Stunde vergröfserte. Aus der Vergleichung der vor mir liegenden speciellen Beobachtungen ergiebt sich als allgemeines Resultat: Bei weitem die gröfste Zahl dieser Sternschnuppen bewegte sich schräg (d. h. in spitzen oder stumpfen Winkeln) gegen den Horizont zu (einmal erschienen zwei zu gleicher Zeit am nördlichen Himmel, deren Bewegungsrichtungen in spitzen Winkeln convergirten); die Bahn vieler stand senkrecht auf dem Horizont, d. h. diese bewegten sich in der Richtung eines Verticalkreises. Manche gingen beinahe, einige ganz parallel mit dem Horizont, ein Paar bewegten sich fast senkrecht von unten nach oben; einige hatten eine zickzackförmige, andere eine bogenförmige Bewegung. Sie erschienen zwar in allen Höhen über dem Horizont, aber merkwürdig ist, dafs die meisten aus der Gegend des Löwen zu kommen schienen; ein Resultat, worauf schon Olmsted als Ergebnifs der Beobachtungen über den Sternschnuppenfall in der Nacht vom 12. bis 13. November 1833 vor Kurzem aufmerksam machte. Mehrmals zeigte sich in 10 Minuten und länger keine einzige Sternschnuppe; darauf kamen sie dann aber wieder desto häufiger.

Bei ein Drittel waren von ausgezeichneter, mehrere fast von der Gröfse kleiner Feuerkugeln. Die gröfsten, welche beobachtet wurden, waren: eine zwischen 3 und 4 Uhr am nördlichen, eine andere zwischen 4 und 5 Uhr am östlichen Himmel. Die Dauer der Erscheinung betrug bei den meisten 1 bis 2 Secunden; etwas länger, bei der letzten von den beiden eben bemerkten beson-

ders lange, dauerte der leuchtende, blasse Schweif, welchen die gröfste Zahl hinter sich zurückliefs. Das Licht fast aller von ausgezeichneter Gröfse war weifs oder weifsgelb (dem Lichte des weifsglühenden Eisens gleich); einige spielten stark in's Röthliche, die kleinsten in's Bläulichweifse.

Die Nacht vom 13. auf den 14. Novemver war nicht hell genug, dafs man mit einiger Sicherheit die Zahl der Sternschnuppen hätte bestimmen können; jedoch zeigten sie sich auch wieder; so fiel mir besonders um 8 Uhr Abends eine am nördlichen Himmel sich ganz senkrecht vom Horizont nach dem Zenith zu bewegende, aber rasch verschwindende auf.

---

## XIII. *Einige Beobachtungen über die Wirkung des Eisenoxydhydrats als Gegengift des Arseniks bei Vegetabilien; von J. Fr. Simon.*

---

Ueber den hohen Werth des Eisenoxydhydrats als Gegengift bei Arsenikvergiftungen kann jetzt nicht mehr gestritten werden; zahlreiche Beobachtungen haben diese in ihren Folgen so segensreiche Entdeckung Berthold's und Bunsen's bestätigt. Ich stellte einige Versuche an, um zu erfahren, ob dieses Gegengift auch bei den Vegetabilien eben so kräftig dem, allem Leben feindseligen Wirken des Arseniks entgegen tritt, wie wir sehen, dafs es bei Menschen und Thieren geschieht, und lasse hier in aller Kürze was ich darüber beobachtet als einen geringen Beitrag zu den Wirkungen dieses Antidots folgen.

Zwei kräftige, anderthalb Fufs hohe Bohnenpflanzen wurden aus den Töpfen, worin sie gezogen, in ein 16 Unzen destillirtes Wasser enthaltendes Glas gestellt. Nach zwei Tagen, nachdem keine Folgen der Umsetzung mehr zu bemerken waren, wurde $\frac{1}{4}$ Gr. aufgelöste arsenichte

Säure dem Wasser zugesetzt. Schon nach 5 Stunden traten Symptome der Vergiftung ein, die Blätter senkten sich, der Stengel wurde schlaff, nach 24 Stunden hingen beide Pflanzen verwelkt über den Rand des Glases, und 2 Tage später waren sie ganz abgestorben.

Zu gleicher Zeit mit jenen Pflanzen wurden zwei andere eben so kräftige Bohnenpflanzen in ein, 16 Unzen destillirtes Wasser enthaltendes Glas gesetzt, dem 1 Unze frisch gefälltes breiartiges Eisenoxydhydrat zugesetzt worden war. Nachdem sich die Pflanzen von den Folgen der Umsetzung erholt hatten, wurde dem Wasser ½ Gr. aufgelöste arsenichte Säure zugesetzt, und zwar so, dafs, während des Zugiefsens der arsenichten Säure und dem Umrühren, die Bohnen herausgenommen wurden; eben so wurde später verfahren. Die Pflanzen erhielten sich hierbei sehr wohl. Es wurde täglich ½ Gran aufgelöste arsenichte Säure dem mit Eisenoxydhydrat versetzten Wasser zugesetzt, und 20 Tage damit fortgefahren. Nach dieser Zeit fing die eine Pflanze an zu kränkeln und drei Tage später die andere; die Blätter senkten sich, wurden welk, die Stengel drehten sich und hingen zuletzt über den Rand des Glases. Beide Pflanzen waren in 27 Tagen, nachdem sie 13 Gran Arsenik erhalten hatten, abgestorben, und hatten sich mit unzähligen gelben und röthlichen Flecken bedeckt.

Auf ähnliche Weise wurden Erbsenpflanzen behandelt, aber statt in Wasser, theils in ein Gemisch von ungedüngter Gartenerde oder reinen Sand, theils in ein Gemisch von fast gleichen Theilen Gartenerde, Sand und breiartigen Eisenoxydhydrat gestellt. Als die ursprünglich in guter Gartenerde bis zur Höhe von einem Fufs gezogenen und dann auf die eben erwähnte Art umgesetzten Erbsenpflanzen angewachsen, wurden beide Töpfe mit ½ Gran, in einer Unze Wasser gelöster arsenichter Säure begossen. Die Pflanzen in dem Topfe ohne Eisenoxydhydrat fingen beide fast gleichzeitig nach 16 Stunden an

die Blätter hängen zu lassen, nach drei Tagen waren sie ganz abgestorben, die Stengel mehrfach gewunden und das Kraut wie klebrig anzufühlen. Die andern Pflanzen wurden täglich fast 4 Wochen jedesmal mit ½ Gran arsenichter Säure, in 1 Unze Wasser gelöst, begossen, nach welcher Zeit sie zu kränkeln anfingen. Die unteren Blätter waren bereits verwelkt, als die Spitzen der Pflanzen noch gesund aussahen. Nach 32 Tagen, während welcher Zeit sie mit 14 Gran gelöster arsenichter Säure begossen worden waren, starben sie vollkommen ab.

Wurden Erbsen in ein Gemenge aus Dammerde, Sand und Eisenoxydhydrat aufgezogen, und, nachdem sie eine gewisse Höhe erreicht hatten, mit arsenichter Säure vergiftet, so starben sie in ähnlich gleichen Zeiten.

Wurden Erbsenpflanzen, die bereits eine kräftige Höhe erreicht hatten, in ein Gefäfs mit Wasser sehr vorsichtig, durch Hinzufügen von höchst geringen Mengen arsenichter Säure, vergiftet, und als die ersten Symptome der Vergiftung eintraten, sich eben nur die Blätter senkten, sogleich in ein anderes Gefäfs mit in Wasser suspendirtem Eisenoxydhydrat gesetzt, so starben sie doch ab. Auf keine Art wollte es mir gelingen, die so eben angefangene Vergiftung ganz zu heben. Nur wenn man Eisenoxydhydrat lange vorher mit Dammerde bei guter Feuchtigkeit in Verbindung läfst, und die so eben durch Arsenikvergiftung zu kränkeln beginnenden. Pflanzen in diese Erde bringt, so erhalten sie sich im leidenden Zustande eine Zeit lang, sterben aber endlich doch ab.

Es geht hieraus hervor, dafs das Eisenoxydhydrat bei Vegetabilien allerdings die Vergiftung durch arsenichte Säure ziemlich lange verhindert, aber bei eingetretener Vergiftung die tödtlichen Folgen derselben nicht heben kann.

Es war mir ferner sehr wahrscheinlich, dafs die Wirkung des Eisenoxydhydrats als Gegengift sich darauf beschränke, dafs es, bevor die Sauggefäfse der Pflanzenwur-

wurzeln die arsenichte Säure aufnehmen können, mit derselben bereits eine unlösliche Verbindung eingegangen hat, die von den Wurzelfasern nicht aufgenommen werden kann, also ganz unschädlich ist. Natürlich fiel ich auf den Gedanken auf andère Weise ähnliche Erfolge hervorzubringen.

Erbsenpflanzen in Dammerde gezogen, wurden, als sie eine kräftige Höhe erreicht hatten, in eine Erde, aus zwei Drittel Dammerde und ein Drittel gelöschten Kalk gesetzt und mit Kalkwasser begossen. Zwei Pflanzen starben hierbei ab, aber eine erhielt sich, wuchs gut an, und wurde, als die Einwirkungen des Umsetzens überstanden waren, mit $\frac{1}{2}$ Gran, in einer Unze abdestillirten Wassers, gelöster arsenichter Säure begossen. Schon nach 18 Stunden senkten sich die Blätter, und obgleich ich sogleich fortfuhr mit Kalkwasser zu begiefsen, starb sie doch in 4 Tagen ab.

Wurden Erbsen in ein Gemisch aus gelöschtem Kalk und Gartenerde aufgezogen, bis sie eine gute Höhe erreicht hatten (von 5 Erbsen kamen nur 3 zum Keimen), so fingen sie an, nach 1 Gran zugesetzter arsenichter Säure, zu kränkeln, und starben, obgleich fleifsig mit Kalkwasser begossen wurde, in 5 bis 6 Tagen ab.

Es kann also nicht *darin* die Ursache der antidot'schen Wirkung des Eisenoxydhydrates gegen die arsenichte Säure liegen, dafs sich eine unlösliche Verbindung, arsenichtsaures Eisenoxyd, bildet, denn die Verbindung der arsenichten Säure mit Kalkerde, besonders wenn Kalk im Ueberschufs vorhanden, ist ebenfalls vollkommen unlöslich, sondern das arsenichtsaure Eisen mufs wirklich eine dem vegetalen Organismus unschädliche, die arsenichtsaure Kalkerde aber sehr schädliche Verbindung seyn, obgleich beide unlöslich sind [1]). Wir haben solche Fälle

1) Bertold und Bunsen sagen dagegen in ihrer Schrift: das Eisenoxydhydrat etc. S. 4, »Wir kennen keine einzige unter der grofsen Zahl der unauflöslichen Verbindungen, welche mit gifti-

mehr, und jedenfalls ist es sehr wichtig, darauf zu achten, ob die unlösliche Verbindung, in die ein giftiger Stoff eingegangen ist, noch lebensgefährliche Wirkungen äufsere oder nicht; gewöhnlich glaubt man, dafs ein Körper, der in Wasser vollkommen unlöslich ist, unschädlich sey, oder nur im geringen Grade wirken könne.

Meine Ansicht über die Wirkung des arsenichtsauren Eisenoxydes wird noch dadurch bestätigt, dafs auch in den abgestorbenen, wohl gereinigten und getrockneten Pflanzen die Analyse eine ziemliche Menge arsenichtsauren Eisens nachwies.

Vier Erbsenpflanzen, die mit Eisenoxydhydrat und arsenichter Säure behandelt worden waren, und gut getrocknet eine geringe Menge Rückstand liefsen, wurden mit Salpetersäure ausgekocht. In einem geringen Theil der filtrirten Flüssigkeit brachte Kaliumeisencyanür eine lebhafte blaue Färbung, aus der sich Berlinerblau absetzte, hervor; die gröfste Menge wurde mit Schwefelwasserstoffgas anhaltend behandelt, und ein gelber Niederschlag von Schwefelarsenik, mit einer organischen Materie verbunden, erhalten, der hinreichend war, um in zwei Reductionen mit kaustischem Kalk, jedesmal einen vortrefflichen Arsenikspiegel zu erhalten.

---

## XIV. *Ueber die Scheidung des Broms und Jods vom Chlor; von G. Osann.*

(Vorgetragen in der physikalisch-chemischen Section der deutschen Naturforscher und Aerzte in Jena.)

---

Bei einer chemischen Untersuchung der Mineralwässer von Kreuznach habe ich Gelegenheit gehabt, die verschie-

gen Eigenschaften begabt wäre.« Ich erinnere hier nur an das Calomel, nach dessen unvorsichtigem Gebrauch bei Kindern Gölis wahre Mercurialvergiftungen entstehen sah.

denen Verfahren in Anwendung zu bringen, welche wir besitzen, um Brom, Jod und Chlor von einander zu scheiden. Für die Scheidung des Jods vom Chlor und Brom sind Verfahren aufgefunden worden, welche, wenn sie auch nicht dem des Baryts vom Kalk durch Schwefelsäure an die Seite gesetzt werden können, doch als genügend angenommen werden dürfen. Hingegen fehlt es uns durchaus an einem sicheren Verfahren Brom von Chlor zu trennen und quantitativ zu bestimmen.

Ich hatte mich anfänglich des von Serullas angegebenen Verfahrens, Brom von Chlor zu trennen, bedient, und hatte es auf zweifache Weise angewendet. Es besteht bekanntlich darin, die Bromverbindungen durch Chlor, welches eine gröfsere Verwandtschaft zu den Radikalen der Bromverbindungen hat, zu zersetzen, das hierdurch entstehende Chlorbrom in Aether aufzufangen und die Auflösung mit kleinen Antheilen Wasser zu waschen, welches das Chlor in Chlorwasserstoffsäure verwandelt und das Brom im Aether zurückläfst. Man kann nun so verfahren, dafs man entweder die Salze mit Braunstein mengt und das Gemenge mit Schwefelsäure zersetzt, oder dafs man durch eine Auflösung der Salze in Wasser einen Strom von Chlorgas leitet, welches sich mit den Radikalen der Bromsalze verbindet und das Brom ausscheidet. Bei beiden Verfahren geht viel Brom verloren. Wendet man das erste an, bewirkt die Zersetzung in einer Retorte und fängt das übergehende Chlorbrom in einer erkälteten Vorlage auf, so ist nicht zu vermeiden, dafs viel Chlor gasförmig entweicht, welches Chlorbrom mit sich führt, und verloren geht. Man kann zwar die durch Zersetzung erhaltenen Gase durch Aether hindurchstreichen lassen, wodurch von Anfang an das Brom zurückgehalten wird, da aber der Aether selbst flüchtig ist, so entweicht mit dem hindurchströmenden Chlorgas Aether, welcher Chlorbrom aufgelöst enthält.

Das Verfahren, das Brom durch einen Strom von

Chlorgas, welches man durch die Auflösung durchstreichen läfst, abzuscheiden, giebt einen ganz erwünschten Erfolg, sobald es darauf ankommt Brom zu gewinnen, aber nicht, um es quantitativ zu bestimmen. Ich wandte es an, um die Mutterlaugen der dortigen Salinen zu zersetzen. Bei gewöhnlicher Temperatur leitete ich Chlorgas hindurch. Es dauerte nicht lange, so färbte sich die Flüssigkeit röthlich. Es wurde nun mit dem Hindurchstreichen fortgefahren, bis die Röthung sich nicht mehr steigerte. Die Flüssigkeit war jetzt dunkel braunroth; sie wurde in eine Retorte gegossen und erwärmt. Der Hals der Retorte füllte sich zuvörderst mit Dämpfen, welche blofs Chlor zu seyn schienen. Hierauf kamen dicke braunrothe Dämpfe von Brom, welche sich in der Vorlage sogleich zu tropfbaren Brom verdichteten. Diefs Verfahren würde ganz gut zur quantitativen Bestimmung gebraucht werden können, wenn in dem Zeitmoment, wo die Flüssigkeit rothbraun ist, alles Brom abgeschieden wäre. Diefs ist nun aber nicht der Fall, das Brom wie das Jod haben bekanntlich die Eigenschaft, mit den Radikalen der Alkalien und alkalischen Erden mehrere Verbindungsstufen zu bilden, zufolge welcher bei einer Zersetzung nicht auf einmal alles Brom ausgeschieden wird, sondern ein Theil sich auf das noch unzersetzte Bromkalium wirft, und damit ein Superbromid darstellt. Man erkennt diese höhere Verbindungsstufe sogleich an der Farbe. Nachdem nämlich das Brom überdestillirt worden ist und man die Flüssigkeit in der Retorte hat erkalten lassen, schiefsen darin Krystalle an, welche theilweis roth gefärbt, und diese höheren Verbindungsstufen des Broms sind. Will man auch diese zersetzen, so mufs man so lange Chlorgas durch die Flüssigkeit hindurchströmen lassen, bis sie sich ganz entfärbt. Dann ist aber sämmtliches Brom mit dem Chlorgas übergegangen, und man hat nun von Neuem nöthig, Brom und Chlor von einander zu scheiden.

Ich will jetzt das Verfahren beschreiben, welches ich zur Abscheidung und quantitativen Bestimmung des Broms von Chlor aufgefunden und angewendet habe. Es beruht auf der Verschiedenheit des Verhaltens des Chlor- und Bromsilbers gegen das Licht. Wenn man frisch bereitetes Chlor- und Bromsilber der Einwirkung des Tageslichtes aussetzt, so wird man finden, dafs das Chlorsilber zuerst anfängt violett zu werden, das Bromsilber später, dafs aber nach Verlauf einiger Zeit letzteres ein dunkleres Aussehen annimmt als ersteres, und dafs sie auch in der Farbe sich unterscheiden, indem das Bromsilber grauschwarz, das Chlorsilber grauviolett erscheint. Diese Eigenschaft benutze ich nun auf folgende Weise zur Scheidung beider Körper. Nehmen wir an, wir hätten zur Analyse eine wäfsrige Auflösung von Chlor- und Bromsalzen. Diese wird mit Schwefelsäure versetzt und hierauf destillirt. Zugleich werden Probegläschen, beide gefüllt bis zu einer gewissen Höhe mit salpetersaurer Silberoxydauflösung, und zwei kleine Glastrichter mit Filtern in Bereitschaft gehalten. Es wird langsam destillirt, und man läfst von Zeit zu Zeit die übergehenden Tropfen in eins dieser Gläschen fallen, während dem anderen ein Tropfen Salzsäure zugesetzt wird. Die entstandenen Niederschläge werden sogleich auf's Filter gebracht, und nachdem die Flüssigkeit durchgelaufen ist, der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt. Da die Hydrochlorsäure flüchtiger ist als die Hydrobromsäure, so wird das Destillat drei unterscheidbare Fälle geben. Die zuerst übergehende Flüssigkeit wird sich wie Hydrochlorsäure verhalten, dann wird eine Mischung beider Säuren übergehen und zuletzt blofs Hydrobromsäure. Man stellt diese Operation mit gleichen Mengen der zu untersuchenden Flüssigkeit zwei Mal an, das erste Mal, um zu sehen, wann man anfangen mufs, das Uebergehende auf Hydrobromsäure zu prüfen, und das zweite Mal, um bei diesem Moment die Destillation zu unterbrechen. Ist die-

ser eingetreten, so giefst man die Flüssigkeit aus der Retorte in ein passendes Gefäfs und fällt sie mit salpetersaurem Silberoxyd. Hat man viel Flüssigkeit und enthält diese viel Hydrobromsäure, so giefst man sie besser in eine graduirte Röhre, mifst sie dem Volumen nach und nimmt dann ein Gewisses davon, welches man mit salpetersaurem Silberoxyd fällt, filtrirt, wägt und auf's Ganze berechnet.

Der Anwendbarkeit dieses Verfahrens scheinen zwei Umstände sich entgegenzusetzen. Es entsteht die Frage, wann soll man mit dem Destilliren aufhören. Unterbricht man die Destillation im Augenblick, wo die erste Reaction des Lichts auf das Bromsilber sich zeigt, so erhält man bei der nachherigen Fällung aufser dem Bromsilber auch Chlorsilber, und wartet man bis blofs Hydrobromsäure übergeht, so erleidet man bei der nachherigen Fällung einen Verlust an Brom. Der Fehler, der dadurch entsteht, dafs man zu früh oder zu spät die Destillation unterbricht, kann jedoch dadurch umgangen werden, dafs man gerade in der Hälfte der Zeit, in welcher das Uebergehende eine gleiche Mischung von beiden Säuren ist, zu destilliren aufhört. Was der übergehenden Flüssigkeit an Hydrobromsäure fehlt, wird durch die in derselben befindliche Hydrochlorsäure ersetzt. Nun ist zwar letztere leichter als erstere, wenn man jedoch bedenkt, dafs es sich hierbei um einige Tropfen handelt, und wie wenig in der übergehenden wäfsrigen Säure enthalten ist, so wird man zugeben, dafs man diefs Verfahren als quantitativ genau ansehen kann.

Es wird angegeben, dafs Hydrobromsäure und Schwefelsäure sich zersetzen, und Brom und schweflige Säure ausgeschieden werden. Sollte dieser Umstand nicht auf irgend eine Weise zu beseitigen seyn, so begreift man, wie hierdurch die Anwendung unseres Verfahrens beeinträchtigt wird. Diefs kann nun aber wirklich geschehen. Die angegebene Zersetzung findet nämlich nur dann statt, wenn

die Flüssigkeit sehr concentrirt ist. Ist sie verdünnt, so scheidet sich die Hydrobromsäure aus den Salzen eben so ab, wie die Hydrochlorsäure. Sollte aber dennoch etwas Brom sich ausscheiden (es ereignete sich bei den Versuchen, welche ich anstellte, nur einmal), so kann man sich auf folgende Weise helfen: Die Gegenwart des Broms in der Flüssigkeit erkennt man sogleich durch die gelbröthliche Farbe, welche sie annimmt. Tritt diese ein, so unterbricht man die Destillation und läfst die Flüssigkeit einige Stunden lang stehen. Man wird dann finden, dafs sie wieder verschwindet, indem Wasser zersetzt wird und Hydrobromsäure sich bildet. Man verdünnt dann die Flüssigkeit und destillirt von Neuem.

Ich komme jetzt zu dem Verfahren Jod von Brom und Chlor zu trennen. Es gründet sich auf die Eigenschaft der arsenigen Säure mit Jodkalium eine in kaltem Wasser unauflösliche Verbindung zu bilden. (Man vergleiche Berzelius Lehrbuch der Chemie, neueste Ausg. 12. Heft, S. 70.) Man zersetzt die Flüssigkeit, von welcher wir annehmen wollen, dafs sie Chlor-, Brom- und Jodsalze enthalte, mit verdünnter Schwefelsäure und destillirt. Das Destillat wird nun mit Kali gesättigt, zum Kochen erhitzt, und hierauf mit einer concentrirten Auflösung von arseniger Säure oder arsenigsaurem Ammoniak versetzt. Man dampft die Flüssigkeit bis zur völligen Trocknifs ab und erhitzt den Rückstand über der Lampe. Ist diefs geschehen, so übergiefst man ihn mit Wasser und filtrirt das Aufgelöste von dem Unaufgelösten ab. Das auf dem Filter Gebliebene ist die erwähnte Verbindung. Man bringt sie in Wasser und läfst nun einen Strom von Schwefelwasserstoffgas durch dasselbe streichen. Hierdurch wird das Arsenik abgeschieden, das man als Schwefelarsenik abfiltrirt. Das Filtrat, welches noch etwas freie Hydrothionsäure enthält, wird mit etwas Bleioxyd digerirt, welches diese hinwegnimmt. Man filtrirt vom Schwefelblei ab und fällt das Filtrat mit sal-

petersaurem Silberoxyd. Das durch diesen Zusatz entstandene Jodsilber wird abfiltrirt, getrocknet und gewogen. Aus dem erhaltenen Jodsilber läfst sich dann leicht die Menge des Jods berechnen.

## XV. *Ueber Aggregatzustände; von M. L. Frankenheim.*

1) Ueber das Eintreten des starren und flüssigen Zustandes stellt man folgende Bedingungen auf:

*a*) die Temperatur des Schmelzpunktes ist für jeden Körper unter allen Umständen constant. Niemals kann er bei einer höheren starr seyn, oder wird er bei einer niedrigeren aus dem starren in dem flüssigen Zustand übergehen.

*b*) Die Körper können unterhalb ihres Schmelzpunktes flüssig seyn; aber ihre Erstarrung beginnt, wenn sie von einem gleichartigen, aber schon erstarrten Körper berührt werden, und pflanzt sich so lange fort, als noch ein Theil der Flüssigkeit unter dem Schmelzpunkt steht.

*c*) Aus einer übersättigten Auflösung, die von einem dem aufgelösten gleichartigen Stoffe berührt wird, schiefst dieser so lange an, als noch ein Theil der Flüssigkeit übersättigt ist.

*d*) Ein Körper, der aus dem Gaszustande oder einer Auflösung ausgeschieden oder chemisch neu gebildet wird, wird fest oder flüssig, je nachdem die Temperatur unter oder über dem Schmelzpunkte ist.

2) Das erste Beispiel von einem flüssigen Zustande unterhalb des Schmelzpunktes — ich habe ihn der Kürze wegen a. e. a. O. *Ueberschmelzung* genannt — hat Fahrenheit am Wasser beobachtet. Nachher ist er auch am Schwefel und Phosphor, an der Essig- und Schwefelsäure, dem Benzoyl und mehreren Oelen, dem Quecksil-

ber und Zinn gefunden, und läfst sich wahrscheinlich bei allen erstarrbaren Flüssigkeiten hervorbringen. Es ist sogar wahrscheinlich oft nur eine Folge von Ueberschmelzung, wenn man einige Körper nicht zum Frieren gebracht hat.

Die Ueberschmelzung könnte bis auf einen gewissen Grad von der Cohäsion der flüssigen Theile gegen einander abhängen, indem sie um so stärker seyn kann, je schwächer diese Cohäsion (Synaphie) ist, oder, was damit fast gleichbedeutend ist, je leichter sie einen fremden Körper benetzen. Im Wasser z. B. ist die Cohäsion am stärksten unter allen bis jetzt beobachteten Flüssigkeiten, und die Ueberschmelzung am schwersten hervorzubringen. Die Flüssigkeiten, welche die Ueberschmelzung leichter zulassen, können auch, dem Anscheine nach, eine beträchtlichere Erhöhung des Siedpunktes ertragen. (Vergl. meine Cohäsionslehre, S. 143 ff.).

3) Weil die Ueberschmelzung der ganzen Masse durch die Erstarrung *eines* Punktes zerstört wird, so wird sie um so leichter hervorgebracht, je kleiner der Umfang des Körpers ist. Daher sieht man sie so oft unter dem Mikroskope. Mikroskopische *Schwefeltropfen* halten sich, der Luft und dem Staube ausgesetzt, Wochen lang flüssig, und mit geringer Vorsicht kann man auch gröfsere, dem blofsen Auge sichtbare Tropfen lange Zeit bei der gewöhnlichen Temperatur flüssig erhalten. Sie würden niemals erstarren, wenn sie nicht früher oder später mit einem fremden, festen Körper in Berührung kommen. Man kann sie, wenn sie erkaltet sind, mit Wasser, und selbst mit Terpenthinöl begiefsen. Nur schwefelhaltiger Alkohol oder Aether bringt sie zum Erstarren, weil die zahllosen, kleinen Krystalle, welche durch ihre Verdampfung entstehen, und durch die heftigen, in schnell verdampfenden Flüssigkeiten nie fehlenden Bewegungen umhergeschleudert werden, mit den Tröpfchen in Berührung kommen. Ganz ähnliche Erscheinungen habe ich am

*Phosphor* und *Jod* beobachtet. Auch das *Selen* scheint sich so zu verhalten.

Den Phosphor kann man auch in gröfseren Quantitäten bei gewöhnlicher Temperatur ziemlich leicht flüssig erhalten. Auch den Schwefel hat man nach seiner Abkühlung zuweilen in einzelnen Tropfen gesehen. Mit dem Mikroskop mifslingt jedoch der Versuch niemals, wenn man sehr kleine Mengen Schwefelblumen auf einer Glasplatte zum Schmelzen bringt, oder mit dem stark erhitzten Schwefel u. s. w. eine Glasplatte beschlagen läfst. Die im Handel vorkommenden Schwefelblumen scheinen ganz aus überschmolzenen und nachher erstarrten Tröpfchen zu bestehen.

4) Die *Uebersättigung* hat Blagden zuerst beobachtet. Seine Versuche sind nachher auf viele Salzauflösungen ausgedehnt worden. Bei mehreren, besonders den wasserfreien, hat man keine Uebersättigung hervorbringen können. Mir ist es jedoch bei mikroskopischen Versuchen ohne Ausnahme gelungen, mochten die Lösungen in Wasser oder in Alkohol, und die aufgelösten Stoffe Hydrate oder wasserfrei seyn; auch bei der *Kochsalzlösung*, obgleich sie nach einer neuen Ansicht keine Auflösung, sondern ein flüssiges Hydrat seyn soll. Die Salztropfen blieben unter dem Mikroskope lange Zeit, ohne eine Veränderung zu erleiden, bis sie endlich plötzlich erstarrten und dabei verhältnifsmäfsig nur wenig Wasser übrig liefsen.

Am meisten hat man sich mit dem *schwefelsauren Natron* beschäftigt, das sich zu den Versuchen sehr empfahl, weil es sich stark übersättigt, und wegen des Maximums seiner Auflöslichkeit bei 33° C. leicht in höherer Temperatur behandelt werden kann, ohne zu erstarren. An ihm fand man, dafs Zutritt von atmosphärischer Luft, Aufsteigen von Gas, dafs Schütteln, Hineinwerfen fester Körper, nur unter gewissen Umständen die Krystallisation bedingen, dafs aber ein gleichartiger Krystall die Ueber-

sättigung gänzlich verhindere, und wann sie vorhanden ist, wieder zerstöre. Zwar fand man, daſs schwefelsaures Natron sich selbst bei der Anwesenheit von Krystallen übersättige, und glaube daraus ableiten zu müssen, daſs selbst die Berührung eines gleichartigen Krystalls die Uebersättigung nicht verhindern könne. Allein jene Krystalle sind nicht gleichartig; sie sind zwar auch schwefelsaures Natron, aber entweder wasserfrei, oder ein intermediäres Hydrat, das nach einigen Angaben 8 Maaſs Wasser, nach meinen Versuchen jedoch viel weniger Wasser enthält, während das gewöhnliche, beim Krystallisiren der übersättigten Lösung anschieſsende Salz 10 Maaſs Wasser enthält. Ich werde auf dieses Salz, das auch in anderen physischen Beziehungen merkwürdig ist, an einem a. O. zurückkommen. Auch der salpetersaure Strontian übersättigt sich zuweilen im Beiseyn des wasserärmeren Salzes.

5) Merkwürdiger sind zwei von mir am *Schwefel* gemachte Beobachtungen. Ein Schwefeltropfen, der mit der Glasplatte, auf der er erhitzt wurde, unter das Mikroskop gebracht wird, fängt nach einiger Zeit an zu erstarren. Die Erstarrung pflanzt sich mehr oder weniger schnell über den Tropfen hin fort, bleibt aber oft bei einer Linie stehen, wo der Tropfen, ohne unterbrochen zu seyn, eine etwas andere Färbung annimmt. Dieser Theil bleibt dann noch eine Zeit lang flüssig. Fängt dagegen die Erstarrung in dem letzten Theile zuerst an, so greift sie auch in den andern ein, und der ganze Tropfen erstarrt fast gleichzeitig.

Die andere Erscheinung wird nur in stark erhitztem Schwefel gesehen. In diesem finden sich immer einige dunkelbraune, unter dem Mikroskop schwarz erscheinende Körner, die mitten in dem übrigen flüssigen Schwefel starr bleiben, ohne die geringste Wirkung auf ihn hervorzubringen.

In beiden Fällen liegen in dem Tropfen verschie-

dene isomere Modificationen des Schwefels neben einander. In dem ersten Fall sind wahrscheinlich nur die beiden von Mitscherlich unterschiedenen Schwefelarten im Spiele, aber so, dafs durch Ueberschmelzung beide flüssig sind. Das Erstarren der einen, der höheren Temperatur entsprechenden Schwefelart, hat nicht nothwendig auch das Erstarren des andern, sonst nur im festen Zustande vorkommenden Schwefels zur Folge. Bei dem zweiten Falle tritt eine dritte Schwefelart auf, die sich erst in höherer Temperatur bildet, dann aber auch in einer niedrigeren Temperatur nicht zerstört wird, und in einer weit höheren schwieriger schmilzt als der gewöhnliche Schwefel. Diese feuerfestere Schwefelart ist es wahrscheinlich auch, welche durch ihre Vermengung mit dem flüssig gebliebenen Schwefel die innerhalb gewisser Temperaturen eintretende Klebrigkeit verursacht.

6) Die drei ersten Bedingungen (§. 1) bewähren sich also. Die Ausnahmen sind nur scheinbar, und rühren von Stoffen her, die entweder anders zusammengesetzt sind, als der übersättigte oder überschmolzene Körper, oder ihm blofs isomer, nicht gleich sind. Mit der vierten Bedingung stehen jedoch meine Beobachtungen im Widerspruch.

Wenn man eine Auflösung von *Phosphor* in Aether auf einer Glasplatte oder einer Wasserschicht bei gewöhnlicher Temperatur abdampfen läfst, so bleibt der Phosphor, ungeachtet der grofsen, durch die Verdampfung des Aethers bewirkten Abkühlung, in Tropfen flüssig, zurück. Dasselbe ist auch bei einer alkoholischen Auflösung der Fall, obgleich wegen der geringeren Auflöslichkeit des Phosphors in Alkohol, und der Veränderungen, die er während des langsameren Abdampfens erleidet, auf eine weniger ausgezeichnete Weise. Krystalle bilden sich nur sehr selten, und die schwarzen Flecken, die sich hin und wieder vorfinden, rühren nur von einer unzureichenden Vergröfserung her, indem sie sich bei

stärkerer Vergröfserung meistens zu einem Aggregat kleiner Tropfen auflösen.

Ganz dieselben Resultate ergeben sich, wenn man eine alkoholische Phosphorlösung mit Wasser, oder einem Salze, z. B. essigsaurem Blei, zersetzt. Der Phosphor fällt nieder, die Tropfen rollen im Grunde des Wassers hin und her, vereinigen sich auch mit einander und werden dadurch zuweilen dem bloſsen Auge sichtbar.

Auch der *Schwefel* schlägt sich unter ähnlichen Umständen, wie der Phosphor, flüssig nieder, jedoch seltener, und man sieht viele Krystalle. Bei einer etwas höheren Temperatur kann man auch den Schwefel, theils durch Abdampfung, theils durch Abkühlung in groſsen Tropfen erlangen, obgleich er in keinem Momente des Processes 70° bis 80° C. überschritt. Diese Tropfen erhalten sich alsdann bei jeder Temperatur, so lange sie nicht mit festem Schwefel oder anderen die Krystallisation bedingenden Körpern in Berührung kommen. Man hat schon früher beobachtet, daſs sich der Schwefel aus einer warmen Verbindung von Schwefel und Phosphor flüssig abscheidet; aber dieser Schwefel ist nie rein, sondern phosphorhaltig, und daher viel schmelzbarer als der reine Schwefel. Es ist daher möglich, daſs er sich in einer seinem Schmelzpunkte nicht nachstehenden Temperatur ausgeschieden hat, und dann, wie alle Körper dieser Art, auch in einer niedrigeren Temperatur flüssig geblieben ist.

7) Schwerer, als aus Auflösungen, kann ein Körper aus dem *Dampfe* flüssig niedergeschlagen werden, wenn die Temperatur unter dem Schmelzpunkte steht. *Jod*, welches sehr leicht, auch in gewöhnlicher Temperatur sublimirt, habe ich nur in Krystallen erlangen können. Der Schwefel verdampft schon unterhalb seines Schmelzpunktes, aber der dünne Anflug, den das Sublimat bildet, besteht aus so kleinen Theilen, daſs ich ihre Gestalt nicht zu erkennen vermochte. Bei einer, den

Schmelzpunkt etwas überschreitenden Temperatur schlug er sich auf kälteres Glas deutlich in Tropfen nieder, und diese Tropfen wurden immer gröfser, je höher die Temperatur stieg. Obgleich ich mich, vermittelst eines sehr zarten, aus einem dünnen Tropfen schwefelhaltigen Aethers gebildeten krystallinischen Anfluges, überzeugte, dafs die Temperatur der Glasfläche, an welche sich die Schwefeltropfen legten, 110° niemals erreichte, so waren die Versuche dennoch nicht entscheidend; denn es war, wenn auch bei dem mässig erwärmten Schwefel nicht wahrscheinlich, doch möglich, dafs sich der heifse, vom geschmolzenen Schwefel aufsteigende Dampf mit der umgebenden kälteren Luft gemischt hatte, und dadurch zu Dunst geworden war, der, in einer zum Schmelzen hinlänglichen Temperatur entstanden, sich an das kältere Glas anlegen und da erkalten konnte.

Bei dem *Phosphor* war jedoch das Resultat entscheidend. Ich brachte ihn auf ein etwas hohl geschliffenes Glas, legte eine dünne Glasplatte darauf und hielt diese durch verdampfenden Aether auf einer niedrigen Temperatur. Der Phosphordampf, er mochte sich schon in der Luft oder erst am Glase niederschlagen, hatte daher nirgends eine höhere Temperatur als die des Zimmers, etwa 20°,5 C., erlangt, und dennoch bildete er zwar kleine, aber deutliche Tropfen an der Oberfläche der Glasplatte.

Der flüssige Aggregatzustand greift daher weit in den festen hinein. Während dieser die Temperatur des Schmelzpunktes nie überschreiten kann, *bleibt* der Körper nicht nur in niedrigerer Temperatur flüssig, sondern er *wird* es auch, wenn er durch Abkühlung des Dampfes, oder einer Auflösung, oder durch chemisch wirkende Mittel ausgeschieden wird.

8) Der *Wasserdunst* besteht aus Kügelchen, welche entstehen, wenn eine feuchte Luft sich mit einer kälteren vermischt. Man nimmt zwar gewöhnlich an, dafs der Dunst aus Bläschen bestehe, aber ohne genügenden

Grund. Wenn man mit einer einfachen Handlupe einige Bläschen in dem Dunste sehen kann, so sind diese nicht mit der Hauptmasse des Dunstes zu verwechseln. Dieser besteht aus Theilchen, die man mit der Lupe kaum erkennen kann, und sich dem gröfsten Theile nach wahrscheinlich auch den Mikroskopen entziehen würden. Die Bläschen aber sind weit gröfser, haben eine von der Dunstmasse ganz verschiedene Bewegung, und senken sich bald wieder herab, so dafs man sie auf dem Wasser schwimmen sehen kann. Sie rühren von den Luftbläschen her, welche durch das Wasser aufsteigen, etwas Wasser mit sich fortreifsen und dabei Bläschen bilden *müssen*. Die Hypothese der Bläschen ist sehr alt, sie ist schon im siebenzehnten Jahrhunderte von De la Hire und Anderen vertheidigt worden, und verdankt ihren Ursprung wahrscheinlich dem Wunsche, das Aufsteigen des Dunstes und das Schweben der Wolken zu erklären. Hierbei hat man sich, wie gar nicht selten in der Physik, um eine kleine Schwierigkeit zu vermeiden, in eine gröfsere gestürzt, und die Frage, wie denn Bläschen entstehen können, ganz ignorirt. Mit demselben Rechte, wie im Wasser, müfste man auch in den übrigen Dünsten, z. B. dem von Jod, Schwefel etc. Bläschen annehmen. In der That bietet aber das Schweben der Dünste, oder vielmehr die Leichtigkeit, mit der sie den von warmen Flüssigheiten immer aufsteigenden und den seitwärts gehenden Luftströmungen folgen, und die Langsamkeit, mit der sie sich senken, bei ihrem sehr geringen Umfange gar keine Schwierigkeiten dar; wenigstens keine gröfseren, als die ganz damit identischen Bewegungen bei den Sonnenstäubchen oder dem Kohlenrauche, deren Theilchen wir gar keine Ursache haben für kleiner zu halten, als die Dunstkügelchen, die aber gewifs specifisch schwerer sind als Wasser. Ausführlicher sind diese Ansichten entwickelt in meiner Cohäsionslehre, S. 107 ff.

9) Der Wasserdunst bildet sich gewöhnlich in Tem-

peraturen über 0° C. Aber wenn wir die, §. 7, am Phosphor gemachten Beobachtungen auf das Wasser übertragen dürfen, so müssen wir es für möglich halten, dafs sich der Wasserdampf auch mehrere Grade unter 0° in Kügelchen verwandelt. Wie dem auch sey, so wird man nicht bestreiten können, dafs, wenn man gröfsere Wassermassen, blofs indem man störende Ursachen fern hält, bis auf 10° C. abkühlen kann, die mikroskopischen Tropfen, aus denen der Dunst besteht, diese, und selbst tiefere Temperaturen, mindestens eben so leicht müssen erlangen können, weil hier ebenfalls jede Ursache, die ihr Erstarren bewirken könnte, fehlt. Unsere in höherer Temperatur gebildeten Wolken- und Nebeltheile bleiben daher auch in Temperaturen unter 0° C. flüssig. Erst wenn die Tropfen gröfser werden, und die Luftschichten, in denen sie bisher fast in relativer Ruhe waren, durchbrechend, eine Menge kleiner Localströmungen erzeugen, und mit den zahllosen, in der Luft schwebenden trocknen Theilen in Berührung kommen, würden sie erstarren und Schnee bilden, wenn ihr Umfang noch klein ist, oder Hagel, wenn ein grofser Tropfen, stark überschmolzen, plötzlich erstarrt. Ich kann diese Sätze nicht weiter auf das Gebiet der Meteorologie hin verfolgen, aber man wird, das Entstehen und das Beharren von flüssigem Wasser unterhalb des Frostpunktes gehörig berücksichtigend, die Theorien, welche man zur Erklärung des Schnees, des Hagels und des Eises aufgestellt hat, etwas modificiren müssen.

---

## XVI. *Ueber die Hemmung der Platinwirkung durch Gase; von Dr. W. C. Henry*[1].

(*Phil. Mag. N. S. Vol. IX p.* 320.)

Die sonderbare Eigenschaft gewisser Gase, die Wirkung des fein zertheilten Platins auf Gemische von Sauer- und Wasserstoff zu verhindern, wurde, kurz nach Döbereiner's Entdeckung, zuerst vom Dr. Turner beobachtet und bekannt gemacht [2]). Um dieselbe Zeit wurde sie auch vom Dr. Henry wahrgenommen, im Laufe seiner Untersuchungen über die Anwendbarkeit des Platins zur Zerlegung verwickelter Gasgemische [3]). Aehnliche Störungen der Wirksamkeit zubereiteter Platten von Platin hat neuerdings Dr. Faraday beschrieben [4]). Diese Erscheinungen hat man auf verschiedene Weisen zu erklären gesucht. Dr. Turner bemerkt [5]): Man würde versucht seyn, anzunehmen, diese Gase wirkten verunreinigend auf die Metallfläche, wiewohl diese Erklärung in mancher Rücksicht nicht genügend sey. In dem erwähnten Aufsatz des Dr. Henry wird vermuthet, diese Eigenschaft »sey am merkbarsten bei denjenigen Gasen, welche die stärkste Anziehung zum Sauerstoff haben, und wahrscheinlich seyen die verschiedenen Fähigkeiten, welche die Gase in dieser Beziehung zeigen, eher dem Grade jener Anziehung als sonst einer aus ihrem Verhalten zur Wärme entspringenden Wirksamkeit zuzuschreiben.« Der

1) Dieser Aufsatz ist gleichsam als Fortsetzung des in den Annal. Bd. XXXVI S. 150 zu betrachten. *P.*

2) Jameson, *Journ. Vol. XI p.* 99 und 311.

3) *Phil. Transact.* 1824, *p.* 266.

4) Ebendaselbst f. 1834, *p.* 71. (Ann. Bd. XXXIII S. 149.)

5) *Chemistry, 5th. edit. p.* 647.

letzte Schriftsteller über diesen Gegenstand endlich, Dr. Faraday, folgert (§. 655). »Ob die von so kleinen Mengen gewisser Gase hervorgebrachte Störung abhange von irgend einer directen Wirkung, die sie auf die Sauerstoff- und Wasserstofftheilchen ausüben und durch welche sie diese etwa weniger zu Verbindungen geneigt machen, oder davon, dafs sie die Wirksamkeit der Platte vorübergehend (denn eine wirkliche Veränderung derselben bewirken sie nicht) abändern, indem sie dieselbe, vermöge einer stärkeren Anziehung als die des Wasserstoffs, überziehen, oder ob sie von sonst etwas abhange, bleibt ausgedehnteren Versuchen zu entscheiden übrig.« In der Hoffnung diese interessanten Erscheinungen der Gas-Chemie zu erläutern, wurden die folgenden Versuche unternommen.

Kohlenoxyd und ölbildendes Gas werden von allen eben erwähnten Forschern als am meisten begabt mit der störenden Eigenschaft angegeben. Ich habe diese Gase gewählt, da sie besser als andere mit derselben Eigenschaft zu den Versuchen geeignet sind, indem sie, wie Dr. Faraday bezeugt, die Verbindung hindern, ohne das Platin im geringsten zu verletzen oder anzugreifen (§. 644 und 6), und folglich die Erscheinung in ihrer einfachsten Gestalt zeigen. Das Platin wandte ich an 1) als Platten, zubereitet nach Dr. Faraday's Methode (§. 605); 2) als Schwamm, erhalten durch Glühen des Ammoniak-Muriats, entweder für sich oder geformt mit Thon zu kleinen Kugeln; 3) als Mohr, erhalten nach Liebig's Vorschrift durch Zusatz von Alkohol zur Lösung des Platinchlorürs in Kali.

1) *Kohlenoxyd.* — Zu einem Gemisch von Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältnifs der Wasserbildung wurde Kohlenoxyd hinzugesetzt, so dafs es $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{18}$ und $\frac{1}{30}$ des gesammten Volums ausmachte. Die zubereitete Platte bewirkte bei Hineinbringung keine wahrnehmbare Verringerung, noch war während drei Stunden irgend

eine Veränderung in den drei Gemischen zu beobachten. Am folgenden Morgen war jedoch in allen eine deutliche, obwohl schwache Verringerung sichtbar.

Da die gasigen Producte sich nur über Quecksilber genau zerlegen lassen, und die Platinplatte nicht anders als mit Vernichtung der für ihre Wirksamkeit so wesentlichen Reinheit der Oberfläche durch diese Flüssigkeit hindurchgeführt werden kann, so veranlaſste mich dieses, in den meisten Fällen Kugeln von Platin und Thon anzuwenden. Solche Kugeln, über Quecksilber in Gemische gebracht, die $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{30}$ Kohlenoxydgas enthielten, erzeugten keine augenblickliche Wirkung. Allein nach fünf Minuten war gewöhnlich eine Volumsverringerung sichtbar, und nach zwei Stunden die Wirkung vollständig. Machte das Kohlenoxyd einen gröſseren Antheil des Gemisches aus, z. B. $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$, so wurde die Wirkung noch länger verzögert. Bei einem Drittel war innerhalb der ersten Stunde kaum eine Volumsverringerung merkbar; und selbst am folgenden Tage zeigte sich noch viel Gas unverzehrt. So betrug der Rückstand von einem Gemische aus 0,35 Kubikzoll Kohlenoxydgas und 0,70 Kubikzoll Sauerstoff und Wasserstoff, im Wasserbildungs-Verhältniſs (zusammen 1,05 K. Z.) nach 24stündiger Berührung mit der Kugel noch 0,82. K. Z. Der Kohlenoxyd-Antheil wurde von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{30}$ ausgedehnt, und zwischen diesen Gränzen zeigte sich allemal, bei hinreichender Dauer des Contakts, eine Verbindung von gröſserem oder geringerem Betrage. Kohlenoxydgas scheint also die Vereinigung von Sauer- und Wasserstoffgas nicht zu *verhindern*, sondern nur zu *verzögern*.

Um auszumitteln, in welchen Verhältnissen sich der Sauerstoff zwischen den einander entgegenwirkenden Gasen getheilt habe, wurde der Rückstand mit Kalkwasser oder Aetzkalilauge gewaschen. Immer fand in Folge der Absorption von Kohlensäure eine bedeutende Verringerung statt, und aus dem Kalkwasser schlug sich kohlen-

saurer Kalk nieder. Die Menge der so gebildeten Kohlensäure schwankte mit dem Verhältnifs, in welchem das Kohlenoxydgas zu dem Wasserstoff des Knallgemisches stand. Waren Kohlenoxyd- und Wasserstoffgas zu gleichen Volumen zugegen, und reichte der Sauerstoff nur hin, das eine von ihnen zu sättigen, so hatte das Kohlenoxyd, bei einem Versuche acht Mal, und bei einem andern zehn Mal so viel an Volumen vom Sauerstoff aufgenommen als der Wasserstoff. War das Volum des Kohlenoxyds geringer als das des Wasserstoffs, so wurde weniger Sauerstoff zur Bildung von Kohlensäure verwandt, aber doch verhältnifsmäfsig bedeutend mehr als sich mit dem Wasserstoff verbunden hatte. Es ist demnach Thatsache, dafs in allen Fällen, wo Kohlenoxydgas die Wirkung des Platins auf Gemische von Sauerstoff und Wasserstoff verzögert, Kohlensäure gebildet wird.

Der nächste Gegenstand der Untersuchung war, die Wirkung des Platins in seinen verschiedenen Formen auf Gemische blofs von Kohlenoxyd und Sauerstoff zu ermitteln. Dr. Faraday hat bemerkt, dafs bei gewöhnlichen Temperaturen »eine Mischung von zwei Volumen Kohlenoxyd und einem Volume Sauerstoff in mehren Tagen von der zubereiteten Platinplatte unangegriffen blieb« (§. 574). Ich fand jedoch, dafs nach viertägiger Berührung mit der Platte eine wahrnehmbare Verringerung erfolgt war. So wurden 3 K. Z. einer solchen Mischung auf $2\frac{3}{4}$ K. Z. reducirt, als Anzeige der Bildung von nahe $\frac{1}{2}$ K. Z. Kohlensäure. Allein die Vereinigung des Kohlenoxyds mit dem Sauerstoff ward sehr beschleunigt, wenn man die Gase, statt des destillirten Wassers, welches Dr. Faraday anwandte, über Aetzkalilauge mit dem Platin in Berührung liefs. Bei dergleichen Versuchen nahm das Volum mit jedem Tage ab, bis die Flüssigkeit durch Aufsteigen den gröfsten Theil der Platte bedeckt hatte. So wurden $3\frac{1}{4}$ K. Z. in etwa 7 Tagen auf 1 K. Z. zurückgeführt.

Vom Platin, als Schwamm, ist früher angegeben, es bewirke eine langsame Vereinigung vom Kohlenoxyd und Sauerstoff [1]). Auch diese Wirkung fand ich beschleunigt, wenn Aetzkali mit oder ohne Wasser auf die Quecksilberfläche gebracht wurde. So reducirten sich 1,40 K. Z. einer Mischung von Kohlenoxyd und Sauerstoff in aequivalentem Verhältnisse, in den ersten fünf Minuten nach Einführung des Platinschwamms und Kalis, auf 1,25, in den nächsten fünf Minuten auf 1,15 und in einer halben Stunde auf weit weniger als 1,0 K. Z. Nach zwei Stunden war weniger als 0,5 K. Z. übrig, und damit endigte der Versuch, da das Kali so weit gestiegen war, dafs es den Schwamm befeuchtete. Endlich wurde Liebig's Platinschwarz in Gemische von Kohlenoxyd und Sauerstoff gebracht; es erglühte augenblicklich und fuhr darin fort, bis alles Kohlenoxyd in Kohlensäure verwandelt worden. In allen seinen Formen bewirkt also Platin, bei gewöhnlichen Temperaturen, die Vereinigung des Kohlenoxyds mit Sauerstoff. Als Platte wirkt es äufserst langsam, als Schwamm schneller, und in dem höchst zertheilten Zustande des Mohrs unter Erglühen und mit grofser Raschheit.

In dieser unzweifelhaften Wirkung des Platins auf Gemische von Sauerstoff und blofsem Kohlenoxyd, scheint mir, liegt die Erklärung der Eigenschaft des letzteren Gases, dafs es in Gemischen von den drei Gasen dem Verbindungsbestreben des Sauer- und Wasserstoffs entgegenwirkt. Mit einer gröfseren Verwandtschaft begabt als der Wasserstoff, wie bereits gezeigt worden ist, bemächtigt sich das Kohlenoxyd, wenn es, mit jenen beiden Gasen gemengt, dem Einflusse des Platins ausgesetzt wird, eines weit gröfseren Antheils vom Sauerstoff als ihm im Verhältnifs zu seinem Volume zukommt. In solchen zusammengesetzten Mischungen, just wie in einfachen Mischungen aus Kohlenoxyd und Sauerstoff, bleibt

1) *Phil. Transact.* 1824, *p.* 267.

die langsame Bildung von Kohlensäure hinreichend die vorwaltende Wirkung. Hienach wird das Phänomen der »Störung« besser erklärt, wenn man das Gasgemisch ansieht als eins von Kohlenoxyd und Sauerstoff, dem Wasserstoff zugesetzt worden, als eins von Wasserstoff und Sauerstoff, welches mit Kohlenoxyd gemengt worden ist. Eine einfache Mischung von Kohlenoxyd und Sauerstoff, in Berührung mit Platin als zubereitete Platte oder als Schwamm, befindet sich im Zustande einer langsamen Säuerung; und die Zulassung des Wasserstoffs, eines Gases von schwächerer Verwandtschaft zum Sauerstoff, bewirkt keine wesentliche Aenderung in den vorher stattfindenden chemischen Vorgängen.

Diese Ansicht, nach welcher das Kohlenoxyd das Verbindungsbestreben des Sauer- und Wasserstoffs überwältigt, wird durch einen längst bekannten Versuch über den Einflufs erhöhter Temperatur bestätigt. Denn man hat gezeigt [1]), dafs die Störungserscheinungen bei einer Hitze zwischen 300° und 340° F. verschwinden, indem die Vereinigung der gemischten Gase, welche in gewöhnlicher Temperatur nur langsam auf einander einwirken, alsdann mit Schnelligkeit vor sich geht. Diefs ist nun aber genau die Temperatur, bei welcher Kohlenoxyd, wenn man es für sich mit seinem Aequivalent Sauerstoff dem Platinschwamm aussetzt, rasch in Kohlensäure verwandelt wird. Augenblickliche Wirkung mit Erglühen, fand ich, erfolgt auch bei Einführung von Platinschwarz in Gemische von Wasserstoff, Sauerstoff und Kohlenoxyd; und, wie schon angegeben, versetzt Platinschwarz Gemische von Sauerstoff und blofsem Kohlenoxyd (selbst das Kohlenoxyd für sich, da der Sauerstoff vom Platinschwarz hergegeben wird) in Entflammung. Die Störungserscheinungen sind also nur bei denjenigen Temperaturen beobachtet und mit derjenigen Form des Platins, welche die *langsame* Vereinigung des Kohlenoxyds und Sauerstoffs

1) Dr. Henry, *Phil. Transact.* 1824, *p.* 278 und 280.

veranlafst; und sie verschwinden gänzlich bei höherer Temperatur oder bei dem wirksameren Zustand des Metalls, welche eine *rasche* Verbindung erzeugt.

Der Ansicht, dafs das Kohlenoxyd eine stärkere Verwandtschaft zum Sauerstoff habe als der Wasserstoff, stellt sich jedoch ein nahe liegender Einwand entgegen, der nämlich, dafs, während Wasserstoff und Sauerstoff bei gewöhnlichen Temperaturen leicht zu verpuffen sind, die Vereinigung von Kohlenoxyd und Sauerstoff nur mit grofser Langsamkeit geschieht. Die Erklärung dieser scheinbaren Anomalie ist, glaube ich, dafs das Erzeugnifs der Verbrennung des Wasserstoffs (der Wasserdampf) die Oberfläche des Metalls auf einmal verläfst und sich an den kalten Wänden der Röhre niederschlägt; wogegen die Verbrennung des Kohlenoxyds ein Gas liefert, welches eine Zeit lang an der Metallfläche, wo es erzeugt wurde, verweilt, und dadurch einen hinlänglich raschen Zutritt von frischem unveränderten Gase, um die Temperatur des Platins beträchtlich zu erhöhen, verhindert. Zur Bestätigung dieser Ansicht fand ich, dafs Aetzkali, indem es die Kohlensäure, so wie sie sich bildet, absorbirt, die Säuerung des Kohlenoxyds beschleunigt. Wenn, wie bei Liebig's Platinschwarz, die Oberfläche des Metalls so vergröfsert ist, dafs das Metall bei Berührung mit den ersten Antheilen der Gase eine hohe Temperatur erlangt, so verbindet sich, wie bereits gezeigt worden, das Kohlenoxyd, gleich dem Wasserstoff, unter Erglühen mit dem Sauerstoff. Endlich ist es bekannt, dafs selbst Gemische von Sauerstoff und Wasserstoff nicht bei erster Berührung der zubereiteten Platte detoniren. Während der ersten Minute ist die Verbindung gewöhnlich sehr langsam, und sie geht nur erst in Verpuffung über, wenn die Platte, durch ihre Einwirkung auf das Gasgemisch, eine hohe Temperatur angenommen hat.

2) *Oelbildendes Gas.* — Das von mir angewandte ölbildende Gas war sorgfältig mit Aelkalilauge gewaschen,

und bei den über Quecksilber gemachten Versuchen hatte es mehre Tage lang über trocknem geschmolzenen Kali gestanden. Aus allen meinen Versuchen mit Platin in seinen verschiedenen Zuständen geht hervor, daſs das ölbildende Gas die störende Eigenschaft in weit geringerem Grade als das ölbildende Gas besitzt [1]). Hievon fühlte ich mich erst nach wiederholter Untersuchung für überzeugt, weil aus Dr. Faraday's Versuchen das Umgekehrte hervorgeht; nach ihm hemmt das ölbildende Gas, wenn es $\frac{1}{48}$ der ganzen Mischung ausmacht, das Kohlenoxyd erst, wenn es $\frac{1}{8}$ beträgt. Ich dagegen fand, daſs bei einer Mischung von 3,00 K. Z. Knallgemisch mit 0,08 K. Z. ölbildendem Gase, wo also dieses $\frac{1}{38}$ des Ganzen ausmachte, die Platte sichtlich bei erster Einführung zu wirken begann. Nach 10 Minuten waren noch 2,5 übrig, nach 15 Minuten nur 2,0, und nun wurde die Wirkung so rasch, die Platte so heiſs, daſs das aufsteigende Wasser an derselben in's Sieden gerieth, und nur 0,25 K. Z. unverzehrt übrig blieben. Selbst wenn das ölbildende Gas $\frac{1}{13}$ der ganzen Mischung ausmachte, war die Wirkung nach einer Viertelstunde deutlich, und nach zwei Tagen hatte das Wasser die Platte bedeckt.

Auch in gröſserem Verhältniſs, selbst wenn es $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ der Mischung ausmacht, verzögert das ölbildende Gas nicht im geringsten Grade die Wirkung des Platins als Kugeln oder Schwamm. Es wurden verschiedene Versuche angestellt, wobei das ölbildende Gas und das Knallgemisch zu gleichen Theilen genommen war. In allen diesen Fällen wirkt die Kugel augenblicklich, und das Wasser stieg in 1 oder 2 Minuten rasch in die Höhe, dann plötzlich stillstehend. So wurden 1,02 K. Z. in der ersten Minute auf 0,90 zurückgeführt, innerhalb einer Stunde auf 0,82. Am folgenden Tage waren nur noch 0,56 übrig, und diese wurden durch Waschen mit Kali

1) Siehe auch Graham's Versuche, *Journal of Science*, 1829, *p.* 356.

nicht verringert. Selbst wenn das ölbildende Gas das Doppelte vom Knallgemisch betrug, fand eine augenblickliche Wirkung statt, doch von geringerem Betrage als bei dem letzten Versuche.

Betrug das Volum des ölbildenden Gases das Dreifache von dem des Knallgemisches, so trat sogleich keine Wirkung ein, aber nach einigen Stunden oder am folgenden Tage war immer eine bedeutende Verringerung sichtbar. Endlich wurde die Wirkung von Liebig's Platinschwarz durch Zusatz von 20 Volumen ölbildenden Gases zu einem Volume des Knallgemisches nicht aufgehoben.

Bei Untersuchung der gasigen Producte dieser und anderer Versuche, wo ölbildendes Gas in verschiedenen Verhältnissen dem Knallgemisch beigemischt war, wurden ganz andere Resultate erhalten als früher mit dem Kohlenoxydgase. Bei der Mehrzahl der Versuche mit ölbildendem Gase wurde durch längere Berührung oder durch nachheriges Waschen mit Kali keine merkliche Verringerung bewirkt; und obgleich in einigen Fällen, bei beträchtlichem Vorwalten des Knallgemisches über das ölbildende Gas, eine wahrnehmbare Absorption stattfand, so betrug doch die dadurch nachgewiesene Kohlensäure immer nur wenig. Bei drei Versuchen, bei denen das ölbildende Gas dem Knallgemisch zu gleichen Volumen beigemischt worden, war die entstandene Kohlensäure nicht meſsbar. Obwohl in allen diesen Fällen die Kugel bei erster Berührung rasch in die Höhe stieg, so ward doch ihre Thätigkeit bald unterbrochen. Oelbildendes Gas besitzt demnach, wie Kohlenoxyd, unzweifelhaft das Vermögen, die Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu verzögern; allein es weicht vom Kohlenoxyd darin ab, daſs es, so wirkend, nicht nothwendig Kohlensäure liefert.

Aehnliche Unterschiede zeigen sich, wenn man Mischungen von ölbildendem Gase und bloſsem Sauerstoff

der Einwirkung des Platins unterwirft. Zu Dr. Faraday's Beobachtung: »dafs die anhaltendste Berührung mit zubereiteten Platten niemals die Vereinigung der Elemente des ölbildenden Gases mit dem Sauerstoff veranlasse,« kann ich hinzufügen, dafs die Berührung, selbst bei Gegenwart von Kalilauge, unwirksam bleibt. Auch Platinschwamm war bei Gegenwart von Kali meistentheils unwirksam, und in den wenigen Fällen, in denen Kohlensäure erschien, bildete sie sich sehr langsam und in kleiner Menge. Bei 480° F. bewirkt jedoch der Platinschwamm, wie gezeigt worden, eine rasche, obwohl ruhige Verbrennung des mit Sauerstoff gemengten ölbildenden Gases. Ueberdiefs bewirkte Platinschwarz schon bei gewöhnlichen Temperaturen eine langsame Vereinigung beider Gase, wie es sowohl aus der bedeutenden Volumsverringerung als auch aus der Prüfung mit Kalkwasser hervorging; und als die Röhre, welche das Gasgemenge und das Schwarz enthielt, mit siedendem Wasser umgeben ward, erfolgte die Verbindung mit Schnelligkeit. Nun ist offenbar die Wirkung des Platins in seinen verschiedenen Zuständen, als Platte, Schwamm oder Schwarz, natürlich identisch, indem das Schwarz dem Gase nur eine unendlich gröfsere Oberfläche zur Berührung darbietet als der Schwamm oder die Platte. Folglich ist das Streben der Bestandtheile des ölbildenden Gases zur Vereinigung mit Sauerstoff, welches bei Gegenwart des Schwarzes durch die bedeutende Verbindung dargethan wird, auch thätig, obwohl minder kräftig, an der Oberfläche desselben Metalls in andern Gestalten; und betrachtet im Zusammenhange mit den unzweifelhaften Beweisen von der Natur der störenden Kraft des Kohlenoxyds, läfst sich annehmen, dafs dieses Streben eine genügende Erklärung von der geringeren Störung des ölbildenden Gases abgiebt [1]).

1) Die Hemmkraft des Kohlenoxydgases ist, bei der Wirkung der Platinkugeln, achtzehn Mal so grofs als die des ölbildenden Ga-

Der Einflufs der Temperatur auf die Beschleunigung der Thätigkeit des Schwamms oder Schwarzes auf Gemische von ölbildendem Gase und Sauerstoff bestätigt sehr diese Ansicht, wenn sie im Zusammenhange mit einer bei der Störungsweise des ölbildenden Gases beobachteten Eigenthümlichkeit aufgefafst wird. So ist angegeben worden, dafs ölbildendes Gas, zu gleichem Volume dem Knallgemisch beigemengt die augenblickliche Wirkung nicht verhindert, und dafs es nur zu stören beginnt, wenn viel Sauerstoff und Wasserstoff sich unter Entwicklung von grofser Hitze mit einander verbunden haben. Die bei gewöhnlichen Temperaturen schwache Hemmkraft des ölbildenden Gases wird dann durch Hitze verstärkt, welche, wie bereits gezeigt worden, die Verbindung der einzelnen Bestandtheile des ölbildenden Gases mit Sauerstoff herbeizieht, und bekanntlich die chemische Verwandtschaft erhöht.

Kurz das Kohlenoxydgas stört die Wirkung des Platins auf Gemische von Sauerstoff und Wasserstoff vermöge seiner stärkeren Verwandtschaft zum Sauerstoff, welche verursacht, dafs es langsam den gröfseren Antheil dieses Gases aufnimmt. Oelbildendes Gas, welches bei gewöhnlichen Temperaturen eine schwächere Verwandtschaft zum Sauerstoff als der Wasserstoff hat, hebt das Streben dieser beiden Gase zur Verbindung nur auf, wenn sein Volum das des Gemisches bedeutend übertrifft, in welchem Fall die schwächere Verwandtschaft durch die gröfsere Anzahl der Atome unterstützt wird. Selbst bei diesem Vortheil ist das ölbildende Gas unfähig sich den Sauerstoff anzueignen, und es verzögert nur dessen Verbindung mit dem Wasserstoff durch Entgegensetzung eines schwächeren Anziehungsvermögens.

Nun ist die Annahme von Anziehungskräften zwischen den Theilchen gemischter Gase, selbst wenn sie

ses; indem ersteres, im Verhältnifs $\frac{1}{11}$ dem Gemische zugesetzt, eben so vollständig stört als letzteres im Verhältnifs $\frac{3}{4}$.

sich nicht durch eine sichtbare Wirkung kund geben (wie zwischen Sauerstoff und den Elementen des ölbildenden Gases) nicht unverträglich mit dem, was von der Wirkungsweise der chemischen Verwandtschaft bei starren und flüssigen Substanzen bekannt ist. In der achten Reihe seiner bewundernswürdigen Abhandlungen über Elektrochemie hat Dr. Faraday gezeigt, dafs, Zink mit einer dünnen amalgamirten Oberfläche, obwohl es bei Eintauchung in verdünnte Schwefelsäure keine Wasserzersetzung zu bewirken vermag, dennoch, vermöge seiner Anziehung zum Sauerstoff der Wassertheilchen an seiner Oberfläche, die Kraft hat, einen besonderen Zustand von elektrischer Spannung oder Polarität in jenen Wassertheilchen, so wie einen ähnlichen, aber entgegengesetzten Zustand in den angränzenden Zinktheilchen hervorzurufen. Taucht man eine Platinplatte in die Lösung und schliefst die Kette, so wird diese Kraft erhöht und sogleich tritt Wasserzersetzung ein. In der vorbereitenden Stufe dieses wichtigen Versuchs haben wir demnach einen Fall von unzweifelhaft in Thätigkeit begriffenen chemischen Kräften, die dennoch kein sichtbares Zeichen ihres Daseyns geben.

Es giebt noch andere Gründe zu Gunsten der Meinung, dafs die Eigenschaft gewisser Gase, die Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu hindern oder zu hemmen, ihrer Anziehung zum Sauerstoff zuzuschreiben ist, und nicht einer besonderen Wirkung der Metallfläche, vermöge welcher diese sich etwa mit dem störenden Gase überzieht.

1) Alle Gase, bei denen man bisher diese Eigenschaft beobachtet hat, gehören zu denen, die der Verbindung mit Sauerstoff fähig sind; und die nicht störenden Gase sind solche, welche sich, wenigstens innerhalb eines bedeutenden Temperatur-Intervalls, nicht mit diesem Element verbinden lassen.

2) Die Eigenschaft des Störens zeigt, ihrer Stärke nach, gleichen Gang mit der Verbrennlichkeit der Gase.

So hat Sir Humphry Davy beobachtet, dafs Kohlenoxydgas und ölbildendes Gas höchst brennbar sind, während Kohlenwasserstoffgas (Sumpfgas) zu seiner Verbrennung eine weit höhere Temperatur erfordert, weder durch Kohle noch durch Eisen beim Weifsglühen entzündet wird. Dr. Henry hat auch gezeigt, dafs, in Gegenwart von Platinschwamm, Kohlenoxyd sich zwischen 300° und 340° F. rasch mit Sauerstoff verbindet, ölbildendes Gas erst bei 520° F. und Kohlenwasserstoff bei keiner Temperatur, zu welcher ein Quecksilberbad erhoben werden konnte. Ich habe ermittelt, dafs die beiden ersten Gase in Gegenwart von Platinschwarz dieselbe Ordnung befolgen, indem Kohlenoxyd sich bei gewöhnlicher Temperatur entflammte, ölbildendes Gas aber erst bei 212° F. wirkte. Nun ist diese Progression genau die der Störkräfte, denn Kohlenoxyd wirkt, wenn es nur $\frac{1}{71}$ der Lösung ausmacht, ölbildendes Gas verhindert die Wirkung nicht eher als bis es $\frac{2}{7}$ beträgt, und Kohlenwasserstoff vermag gar nicht die Wirkung des Platins zu hindern, selbst wenn es, dem Volume nach, das Knallgemisch um das Zehnfache übertrifft. Dafs die Hemmkraft ganz unabhängig sey von den Verwandtschaften der gemischten Gase zu einander, ergiebt sich endlich aus der Thatsache, dafs die nämlichen Gase, welche in Gegenwart von Platin das Verbindungsstreben von Sauer- und Wasserstoff aufheben, auch andern Mitteln zur Vereinbarung dieser Gase widerstreben, z. B. den Entladungen der Leidner Flasche. Die vom Prof. Graham beobachtete sonderbare Thatsache, dafs selbst kleine Mengen dieser und anderer Gase die langsame Oxydation des Phosphors hindern, sprechen auch für den Satz, dafs die störenden Gase blofs vermöge ihrer gröfseren Verwandtschaft zum Sauerstoff wirken.

## XVII. *Ueber die Eigenschaften der durch Flüssigkeiten fortgepflanzten Elektricitätsströme; von Hrn. C. Matteucci.*

Man weiſs, besonders durch die Untersuchungen von Marianini und Bigeon, welchen Einfluſs die relative Gröſse der Platten einer einfachen Kette auf die Erzeugung des elektrischen Stromes ausübt. Man weiſs ferner, daſs, wenn man die Platten in der Flüssigkeit von einander entfernt, und doch das Maximum der Wirkung haben will, diejenige Platte, von welcher der Strom ausgeht, in Bezug auf die, welche denselben aufnimmt, vergröſsert werden muſs, und zwar desto stärker, je schlechter die Flüssigkeit leitet. So muſs in einer Zink-Kupfer-Kette im Allgemeinen das Kupfer die gröſsere Platte seyn. Zu dieser Thatsache hat Hr. M. schon in einer anderen Abhandlung eine zweite hinzugefügt, die: daſs die Gröſse der Platten gleiche Verhältnisse behalte, wenn diese Platten von gleicher Natur sind, beide z. B. von Kupfer, und nur zur Leitung eines Stromes dienen, zu dessen Erregung sie nicht beitragen. Zur Stütze dieser Angabe führt Hr. M. neue Versuche an.

Nachdem er die Umstände studirt, welche auf die Intensität des Stroms bei seinem Eintritt in die Flüssigkeit, und seinem Austritt aus derselben von Einfluſs sind, sucht er denselben in seiner intermediären Bahn zu analysiren. Hier zeigte sich der Einfluſs der Zwischenplatten, welchen Hr. De la Rive zuerst nachgewiesen hat [1]. Der Genfer Physiker hat gezeigt, daſs die gewissermaſsen schwächende (absorbirende) Wirkung der Zwischenplatten im Allgemeinen um so beträchtlicher ist als die Intensität des ursprünglichen Stroms schwächer, die Bahn

1) Annal. Bd. XV S. 122.

in der Flüssigkeit länger und die Flüssigkeit schlechter leitend ist. Als Hr. M. die schwächende Wirkung studirte, indem er den Strom einen 1 Meter langen mit Brunnenwasser gefüllten Kanal durchlaufen liefs und folgweise an verschiedenen Punkten dieser Bahn eine und dieselbe Platinplatte einschaltete, fand er, dafs die Wirkung schwächer ist, wenn die Zwischenplatte sich in der Nähe derjenigen Hauptplatte befindet, durch welche der Strom in die Flüssigkeit eindringt, stärker dagegen, wenn sie derjenigen nahe steht, durch welche der Strom aus der Flüssigkeit tritt.

Von der Wirkung einzelner Zwischenplatten geht er über zur Untersuchung derjenigen Portion des Stroms, welche man gewissermafsen ausziehen kann, wenn man in den Weg durch die Flüssigkeit die beiden Enden eines zum Multiplicator geformten Metallleiters einsetzt. Die Resultate waren, was den gegenseitigen Abstand der eingetauchten Enden betrifft, im Allgemeinen übereinstimmend mit den seit lange von Hrn. De la Rive gefundenen. Wenn sonach der Abstand zwischen den eingetauchten Spitzen constant auf $0^{m},05$ gehalten wurde, was leicht dadurch geschah, dafs man sie durch ein Stück Kork steckt, so war der ausgezogene Stromtheil, proportional der Intensität des Hauptstroms in der Nähe dieser Spitzen, ein Minimum in der Mitte der ganzen Bahn, am stärksten nahe beim positiven Pol und etwas schwächer nahe beim negativen Pol. Hr. M. fügt hinzu, dafs wenn man das System der Spitzen des Galvanometerdrahts in den aufserhalb der Pole liegenden Theil der Flüssigkeit versetzt, man jenseits des positiven Pols sehr intensive Stromtheile sammelt, jenseits des negativen aber kaum eine Spur [1]).

Daraus entspringt natürlich die Hypothese, dafs der Hauptstrom sich in der Flüssigkeit strahlend vom positi-

1) Der Erfolg ist wohl sehr verschieden nach der Natur der eingetauchten Spitzen? *P.*

ven Pol nach allen Richtungen verbreite, darauf gegen den negativen Pol convergire, ohne ihn aber zu überschreiten.

Hr. M. hat auch noch die Vertheilung des Stroms in dem zwischen den beiden Polen liegenden Theil der Flüssigkeit untersucht, und dabei eine der verlängerten Spitzen des Galvanometerdrahts durch eine Metallplatte ersetzt. Er findet, daſs der ausgezogene Strom stärker ist, wenn die Platte dem positiven Pol, und die Spitze dem negativen Pol nahe steht, schwächer dagegen, wenn die Anordnung umgekehrt wird. Zwei Platten endlich statt der zwei Drahtspitzen genommen, geben analoge Resultate wie diese, übereinstimmend mit der eben ausgesprochenen Hypothese (*Compt. rend.* 1836, *pt. I p.* 205).

Hr. M. hat der vorstehenden Notiz noch ein Paar andere, verwandten Inhalts folgen lassen, aus denen wir hier das Wesentliche kurz angeben wollen.

Stellt man eine Metallplatte, heiſst es in der einen dieser Notizen, in die Flüssigkeit, welche die Pole einer voltaschen Säule verbindet, so wird der elektrische Strom allemal geschwächt, aber in verschiedenem Grade, je nach seiner ursprünglichen Intensität. — So hat Hr. De la Rive gezeigt, daſs die durch die Zwischenplatte bewirkte Schwächung um so geringer ist, je stärker der ursprüngliche Strom ist, in sofern diese gröſsere Stärke von der Säule selbst herrührt. Die von Hrn. M. beobachtete Thatsache besteht nun darin, daſs die durch die Zwischenplatte bewirkte Schwächung im Gegentheil desto gröſser ist, je intensiver der ursprüngliche Strom ist, sobald nämlich diese höhere Intensität, bei gleichgelassener Platten-Anzahl, durch eine Verkürzung der zwischen den Polen befindlichen Flüssigkeit oder durch eine Erhöhung ihres Leitungsvermögens bewirkt worden. Woraus die Platten seiner Säule bestanden, giebt Hr. M. nicht an; er sagt nur, sie sey mit Salzwasser geladen, die Flüssigkeit zwischen den Polen bald Brunnenwasser, bald sehr

ver-

verdünnte Schwefelsäure, und die Zwischenplatte von Platin gewesen. (*Compt. rend.* 1836, *pt. I p.* 418.)

[Hr. M. steht hier im Widerspruch mit Hrn. Faraday, dessen weit vollständigere Erfahrungen über den erwähnten Gegenstand (Ann. Bd. XXXV S. 247 und 249 §. 1020 und §. 1626) er gar nicht zu kennen scheint. *P.*]

Die andere Notiz besagt, dafs wenn man in zwei getrennte, mit einer Flüssigkeit gefüllte Zellen zwei Platten von gleichem Metall eintaucht (diese, was nicht gesagt wird, durch ein Galvanometer verbindet) und die Flüssigkeiten in beiden Zellen durch einen Streif von demselben Metalle verbindet, dessen Enden aber ungleiche Gröfse haben, man alsdann einen elektrischen Strom erhalte. (A. a. O. p. 207. — Es ist diefs offenbar dieselbe Thatsache, welche Erman sen. schon vor mehr denn zehn Jahren entdeckt hat. *P.*)

## XVIII. *Beschreibung von J. Saxton's magneto-elektrischer Maschine.*

(*Phil. Mag. N. S. Vol. IX p.* 360. Auszug) [1]).

Fig. 1 (auf Taf. IV, wie alle Figuren dieses Aufsatzes) ist eine Seitenansicht der magneto-elektrischen Maschine. Der Magnet ist horizontal gelegt, und besteht aus zwölf platten Hufeisen, fest zusammen verbunden. Ein senkrechtes Rad bewegt eine Spindel, welche ein Kreuz von weichem Eisen herumführt, an dessen Enden vier Cylin-

1) Hr. Saxton construirte diese Maschine bereits im Juni 1833, kurze Zeit nachdem Herr Pixii die seinige erfunden hatte (Annalen Bd. XXVII S. 390. 394. 398); auch erwähnten wir ihrer bereits bei Gelegenheit des Pohl'schen Apparats (Ann. Bd. XXIV S. 185. 500), aus einer Quelle, die aber nichts Näheres über die Construction derselben angab. Eine Beschreibung derselben wird hier zum ersten Male geliefert. *P.*

der von weichem Eisen befestigt sind. Fig. 2 zeigt die Spindel und das Kreuz, ehe die Cylinder mit Draht umwunden sind. Wenn das Rad gedreht wird, geht nach einander jeder Cylinder mit seiner Basis so dicht, als ohne wirkliche Berührung möglich ist, vor den beiden Polen des Magneten vorbei. Fig. 3 zeigt die Armatur von der den Polen des Magneten zugewandten Seite. *A* und *B* sind die beiden Eisencylinder, welche mit dem langen Draht, zur Erzeugung elektrischer Schläge, umwickelt sind. Die beiden andern, *C* und *D*, sind mit kurzen Drähten, zur Erzeugung von Funken, umwunden. Die Messingringe, 1, 2, 3, 4, bezwecken die Haltung des Drahts auf den Cylindern. Die Drähte sind von Kupfer und mit Seide besponnen. Der zur Erzeugung von Schlägen ist ein doppelter Draht von 400 Ellen Länge und jeder von $\frac{1}{60}$ Zoll im Durchmesser. Der zur Erlangung von Funken besteht aus 20 an ihren beiden Enden zusammen verbundenen Stücken von 75 Fufs Länge und $\frac{1}{30}$ Zoll Dicke. Fig. 4 ist eine Vorder-Ansicht der Armatur; sie zeigt das eiserne Kreuz, an welchem die mit Draht umwickelten Cylinder befestigt sind. Das Vorder-Ende der Spindel ist, zum Behufe der Isolation, von Elfenbein oder hartem Holz gemacht; und das lancettförmige Blättchen *F* ist auf einen Kupferdraht gesteckt, welcher durch das Centrum der Spindel geht, und auf welchem eins der Enden eines jeden Drahtgewindes fest gelöthet ist. *E* ist die Kupferscheibe, welche immer in Berührung bleibt mit dem Quecksilber in dem Becher darunter; durch eine einfache Vorrichtung wird sie in Berührung gebracht mit dem andern Ende eines der beiden Gewinde. Diese Vorrichtung sieht man in Fig. 5, welche eine Seitenansicht des vorderen Endes der Spindel vergröfsert darstellt. Bei *G*, in dem Fufs der Kupferscheibe, ist ein Einschnitt, in welchem ein Ende von jedem der Drähte *AB* und *CD* endigt. Eine Seite des Einschnitts ist dargestellt in Berührung mit *AB* oder dem

langen, zur Erzeugung der Schläge dienenden Draht; durch theilweise Umdrehung des Fufses um die andern Seiten des Einschnitts bringt man ihn aber in Berührung mit $CD$ oder den kurzen Drähten, die zur Hervorbringung glänzender Funken und grofser Hitze dienen. Die Spitzen $F$ in Fig. 4 befinden sich in der rechten Lage zur Aufnahme des Funkens von den Gewinden $CD$, vorausgesetzt der Fufs der Scheibe ist in Berührung mit $CD$. Um von dem Gewinde $AB$ einen Funken zu erhalten, welcher jedoch weit weniger hell ist als der erste, mufs man die Kerbe mit $AB$ in Berührung bringen, und sie um 90° drehen oder in die Lage bringen, dafs sie die Oberfläche des Quecksilbers in dem Augenblick verlassen, da die Gewinde, aus welchen der Funken zu ziehen ist, ihren gröfsten Abstand von den Polen des Magnets erlangen.

Um Schläge, Draht-Erglühung, Wasserzersetzung u. s. w. zu erhalten, mufs man die Spitzen fortnehmen, und von den beiden Enden des Drahts, welcher den Bogen bildet, das eine mit dem Quecksilber im Becher verbinden, und das andere mit dem Ende des Drahts, welches durch das isolirte Ende der Spindel geht.

Um leichter die Wirkung der Maschine zu verstehen, mufs man die Aufmerksamkeit auf einen einzigen Bogen beschränken, und sich zu dem Ende denken, es seyen zwei gegenüberliegende Cylinder mit ihren Drahtgewinden fortgenommen. Nach den bekannten Inductionsgesetzen wird jeder Cylinder ein temporärer Magnet, sobald er den Polen des permanenten Magneten gegenüberkommt. Da jeder Cylinder nach einander vor beiden Magnetpolen vorbeigeht, so werden seine Pole bei jeder Umdrehung zwei Mal umgekehrt, und wenn er gleich weit von beiden Magnetpolen absteht, hört er auf magnetisch zu seyn. In den Drahtgewinden um jeden Cylinder werden elektrische Ströme erregt, und, vermöge der Umkehrung, erhalten diese Ströme abwechselnd entgegengesetzte Rich-

tung. Der auf dem einen Cylinder befindliche Theil des Drahtgewindes ist, wie oben beschrieben, mit der Kupferscheibe verbunden, und der auf dem andern mit den in das Quecksilber eintauchenden Spitzen, so dafs der Strom in beiden Theilen des Drahtgewindes continuirlich in einer Richtung ist. Es ist also klar, dafs der Bogen bei jeder Rotation der Spindel abwechselnd unterbrochen und wieder hergestellt wird, und jedesmal ein Funke erscheint, so wie eine der Kupferspitzen die Quecksilberfläche verläfst, in welche auch die Kupferscheibe taucht, um so die metallische Leitung zwei Mal während jeder Umdrehung zu schliefsen. Bei der eben beschriebenen Vorrichtung haben die successiven Ströme entgegengesetzte Richtungen; um eine Reihe von Strömen in einerlei Richtung zu erhalten, mufs die doppelte Spitze durch eine einfache ersetzt werden; allein in diesem Fall geht die Hälfte der Wirkung verloren.

---

*Zusatz.* Aufser der obigen Maschine findet sich in einem früheren Hefte des *Phil. Mag.* (*Vol. IX p.* 262) noch eine andere, von Hrn. Clarke verfertigte, beschrieben, welche Hr. Saxton zwar geradezu für eine »*piracy*« von der seinigen erklärt, und im Ganzen auch wirklich wenig von derselben verschieden ist, die aber doch ein Stück enthält, weshalb es nicht ganz überflüssig seyn dürfte, sie etwas näher zu kennen.

Fig. 6 Taf. IV stellt diese Maschine in perspectivischer Ansicht dar. *AA* ist die magnetische Batterie, welche durch das messingene Querstück *C* und die darin befindliche Schraube gegen vier Stellschrauben gedrückt wird, die in der Mahagoniwand *B* befindlich sind. *D* ist die Armatur von weichem Eisen, welche an einer zwischen den Polen von *AA* durchgehende und mittelst Rolle und Schnur durch die Scheibe *E* in Umlauf versetzte messingene Docke festgeschraubt ist. *FF* sind Ge-

winde von isolirtem Kupferdraht. Der Anfang eines jeden dieser Gewinde steht mit dem Brecher (*break*) *G*, und das Ende eines jeden mit dem hohlen Messingcylinder *Z* in metallischer Verbindung. *I* ist eine verschlossene Büchse mit Quecksilber. Die Verbindung mit dem Anfang des Gewindes *FF* geschieht durch den Haken *K*, der mit einem Ende durch den Deckel der Büchse *I* in das Quecksilber hinabgeführt ist. *L* ist eine Spiralfeder von Stahldraht, die mit einem Ende in das Quecksilber der Büchse *I* taucht, und mit dem andern gegen den hohlen *Cylinder* *Z* reibt.

Das Uebrige wird aus Hrn. Saxton's Maschine verständlich seyn. Die einzige wesentliche Verschiedenheit von dieser besteht darin, dafs statt der Vorrichtung Fig. 5, welche Hr. Clarke verwirft, weil sie bei schneller Rotation das Quecksilber fortschleudere, die Büchse *I* mit dem Theile *G* angebracht ist. Leider findet sich aber dieser Theil im Originale so undeutlich abgebildet und beschrieben, dafs man seine Einrichtung höchstens errathen kann.

Was die Leistungen dieser Maschine betrifft, so erwähnt Hr. C. unter andern des Glühendmachens eines Platindrahts (was übrigens, wie das Schmelzen eines solchen Drahts, Hrn. Saxton zuerst gelungen ist). Er bedient sich dazu der Vorrichtung Fig. 7, bestehend aus zwei isolirten, zusammengedrehten Kupferdrähten *ab*, die an einer Seite durch einen dünnen Platindraht *c* vereint sind, und an den andern Enden mit der Maschine in Verbindung gesetzt werden. Aufserdem bewirkt er (mit Anwendung eines dicken, 40 Ellen langen, Drahts bei *F*): Verpuffung von Schiefspulver, Verbrennung von Gold- und Silberblättchen, Magnetisirung eines Hufeisens und Rotation von Drähten um die aufrecht gestellten Pole eines Hufeisenmagneten in dem bekannten Sturgeon'schen Apparat. Zur Wasserzersetzung, und zu allen

Effecten, welche gröfsere Intensität der Elektricität verlangen, gebrauht er bei *FF* einen 1500 Ellen langen dünnen Draht. Alle diese Leistungen kommen indefs bekanntlich nicht blofs der Clarke'schen Maschine zu.

---

Auch Hr. Ritchie hat eine Abänderung der Saxton'schen Maschine beschrieben (*Phil. Mag. N. S. Vol. VIII p.* 455), darin bestehend, dafs erstlich die Cylinder *A*, *B*, *C*, *D* des rotirenden Ankers (Fig. 2 und 4) durch eiserne Röhren von gröfserer Länge ersetzt sind, dafs ferner diese mit zwei Drahtgewinden umgeben sind, einem aus 100 Ellen langen Draht, und einem andern, zusammengesetzt aus drei neben einander liegenden und zur dreifachen Dicke verbundenen Drähten, und endlich, dafs die Scheibe *E* und der Stift *F* (Fig. 5) in zwei getrennte Zellen mit Quecksilber tauchen. Der Zweck dieser Vorrichtung ist, beliebig den dünnen oder den dicken (dreifachen) Draht anwenden, und so bald die Schläge, bald die Funken in möglichster Stärke erhalten zu können. Zu dem Ende ist sowohl auf die hohle Axe der Scheibe *E* als auf der soliden Axe des Stiftes *F* ein aus aufgerolltem Draht gebildeter Cylinder festgelöthet, in welche man beliebig die Enden bald des einen, bald des andern Drahtgewindes stecken kann. Um recht glänzende Funken zu erhalten ersetzt Hr. R. auch die rotirende Scheibe *E* durch einen Platinstift. Weshalb Hr. Ritchie *E* und *F* in zwei getrennte Zellen mit Quecksilber tauchen läfst, ist nicht gesagt, auch findet sich weder in der Beschreibung noch in dem ihr beigefügten Holzschnitt etwas von einer doch nöthigen Communication dieser beiden Zellen angegeben.

Endlich hat Hr. R. mit seiner Maschine noch einen Apparat verbunden, um ein Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff durch den magneto-elektrischen Funken zu verpuffen. Das Knallgemisch befindet sich in einer

etwas weiten Glasröhre, die oben durch einen Kork verschlossen ist. Durch diesen Kork gehen zwei Drähte, ein hakenförmiger, der ein horizontales Kupferscheibchen hält, und ein gerader, der, durch eine kleine Spiralfeder, mit seiner unteren Spitze senkrecht gegen das Scheibchen gedrückt wird, und auf und ab bewegt werden kann. Das obere Ende des letzteren Drahts ist zu einer Oehse geformt, und umfafst damit einen, wie ein Krummzapfen gebogenen Draht, der in die solide Axe von *F* eingeschroben ist und deren Verlängerung bildet. Wird nun der Anker der magneto-elektrischen Maschine gedreht, so wird der gerade Draht abwechselnd von Kupferscheiben abgehoben und wieder aufgesetzt, und wenn dabei das freie Ende des hakenförmigen Drahts, welcher diefs Scheibchen trägt, in die Zelle getaucht wird, welche die rotirende Scheibe aufnimmt, so erscheint bei jedesmaliger Abhebung ein Funken, der das Knallgemisch entzündet.

---

## XIX. *Neue voltasche Batterie und Versuche damit; von N. J. Callan,*

Professor der Physik am College von Maynooth.

(*Phil. Mag. N. S. Vol. IX p.* 472. Freier Auszug.)

---

Diese Batterie besteht aus 20 Zinkplatten, jede zwei Fufs lang und zwei Fufs breit, und eben so vielen Kupferzellen, jede von solcher Gröfse, dafs sie eine der Zinkplatten aufnehmen kann. An jede Zinkplatte ist ein Kupferdraht von etwa 0,5 Zoll Dicke und 6 Zoll Länge gelöthet, der in der Ebene der Platte, wenn diese in ihrer Zelle steht, erstlich horizontal abbiegt und zuletzt senkrecht herabgeht (Fig. 8 Taf. IV). Ein Draht von gleicher Dicke, nur etwa zwei Zoll kürzer, ist an jede Kupferzelle gelöthet und ähnlich gebogen (Fig. 9 Taf. IV).

Die 20 Kupferplatten stehen, getrennt durch hölzerne Scheidewände, in einem hölzernen Kasten von 3½ Fuſs Länge, 2½ Fuſs Höhe und beinahe 3 Fuſs Breite. Die Zinkplatten werden durch eine Winde in die Kupferplatten hinabgelassen, und, erforderlichenfalls, wieder herausgehoben. Um ihre Berührung mit dem Kupfer zu verhüten, ist jede mit einem gewebten Hanfnetz überzogen. Wenn die Zinkplatten in ihren Kupferzellen stehen, so ragen die an ihnen befestigten Drähte etwa zwei Zoll seitwärts über den Kasten hinaus, die Drähte an den Kupferzellen aber nur ¾ Zoll, und zwar so, daſs die Spitzen sämmtlicher Drähte in einer Horizontalebene liegen. Deutlicher erhellt dieſs aus Fig. 10, wo $AB$, eine obere Kante des Kastens, $zz'$ die Drähte vom Zink und $cc'$ die vom Kupfer bezeichnen.

Die Batterie wird durch eine verdünnte Säure geladen, wozu 30 Gallonen derselben erforderlich sind. Durch einen Hahn in jeder Zelle kann sie abgelassen werden. Jede Zinkplatte ist etwa einen Viertelzoll vom Kupfer entfernt und wirkt mit beiden Flächen. Die wirkende Zinkfläche in der gesammten Batterie beträgt daher 160 Quadratfuſs, und eben so groſs ist die Kupferfläche.

Durch acht in Holz geschnittene und mit Quecksilber gefüllte Rinnen-Apparate können die Platten so geschlossen werden, daſs sie entweder eine einzige, oder zwei, drei, vier, fünf, sechs, zehn oder zwanzig einfache Ketten bilden. Soll die Batterie nur eine einzige Kette bilden, so enthält der Schlieſsapparat nur zwei Rinnen (Fig. 11), eine für die Drähte am Zink ($z$) und eine für die am Kupfer ($c$). Soll sie zwei einfache Ketten bilden, so werden die Drähte von vier Rinnen aufgenommen, gestaltet wie in Fig. 12. Für drei Ketten sind 6, für vier 8, für fünf 10, für sechs 12 und für zehn 20 Rinnen erforderlich, von ähnlicher Form wie Fig. 12. Soll die Kette etwa 20 einfache Ketten bilden, wird den Rinnen die Gestalt Fig. 13 gegeben.

Mit dieser und kleineren Batterien hat Hr. C. verschiedene Versuche angestellt über die Schläge, die beim Oeffnen derselben, entweder bloſs bei Anwendung eines langen Drahts oder bei Hinzuziehung eines eingeschobenen Eisenstabes erhalten werden. Dabei hat er gefunden, daſs die Schläge an Stärke zunehmen, im ersten Fall (bei gleichgelassener Länge des Schlieſsdrahts) mit der Anzahl der einfachen Ketten, und im letzteren mit der Länge und Dünnheit des Eisenstabes, mit der Länge des ihn umgebenden Drahtgewindes (wenigstens bis zu 200 Fuſs) und mit der Anzahl der Platten, doch nur proportional mit dieser Anzahl, wenn die Platten groſs sind. Ein zwei Fuſs langer Eisendraht, umgeben von zwei Kupferdrähten, jeder von 200 Fuſs Länge (und verbunden zu einem Draht von der doppelten Länge), gab mit einer Kette von Zink (7 Quadratzoll) und Kupfer (14 Quadratzoll) beim Oeffnen einen bedeutenden Schlag; mit zwei solchen Ketten ward die Stärke des Schlages verdoppelt, mit drei verdreifacht, mit vier vervierfacht, und so fort bis zu vierzehn, so daſs eine Person ihn (bei Anwendung von 4 Drahtgewinden) mehre Tage lang fühlte. — Bei Anwendung 4zölliger Platten wuchs die Stärke des Schlages auch mit deren Anzahl, doch nicht so rasch.

Aus einer anderen Reihe von Versuchen schlieſst der Verfasser: 1) daſs die Stärke (*Quantity*) der Anziehung eines Magneten wachse mit der Länge des Eisenstabes, wenigstens bis zu sechs Fuſs, und mit der Dünnheit, wenigstens herab bis zu einem Zoll; daſs sie ferner auch wachse nahe proportional mit der Anzahl der Platten, falls diese groſs sind (über 4 Quadratzoll). 2) Daſs die Entfernung, bis in welche die Anziehung sich erstreckt, ebenfalls mit der Länge und Dicke des Eisenstabes wachse, so wie mit der Anzahl der Platten, wenn sie groſs sind, daſs sie aber mit kleinen Platten sehr langsam zunehme, wenn deren Anzahl 100 übersteigt. Bei Anwendung von allen 20 Plattenpaaren der groſsen Batterie zog der Elek-

tromagnet einen etwa $3\frac{1}{2}$ Pfund schweren Eisenstab aus der Entfernung von einen Zoll an; mit 10 Plattenpaaren erstreckte die Anziehung sich nicht über einen halben Zoll. (Was heifst hier Anziehung? *P.*)

Hr. C. berichtigt hienach eine frühere Angabe des Dr. Ritchie [1]), gemäfs welcher man den Gebrauch ei-

1) Diese Angabe des Dr. Ritchie findet sich in dem *Phil. Mag. N. S. Vol. IX p.* 81. Derselbe Band dieses Journals enthält noch mehre Aufsätze über Gegenstände der Magneto-Elektricität, die zwar als Belege des regen Interesses, welches diesem Zweige der Naturkunde gegenwärtig in England zu Theil wird, recht erfreulich sind, im Ganzen aber doch wenig zu seiner Erweiterung beitragen. Der erste dieser Aufsätze, von G. Rainey (*p.* 72), handelt von der schwachen Wirkung der Elektromagnete bei nicht unmittelbarer Berührung mit dem Anker, einer zwar sehr bemerkenswerthen Thatsache, die aber schon in Amerika von Henry und Ten Eyck beobachtet, und neuerlich von G. Magnus in helleres Licht gesetzt worden ist (Ann. Bd. XXXVIII S. 436). Dagegen behauptet Hr. Ritchie (a. a. O. *p.* 81), diese Eigenschaft fände sich nur bei kurzen Elektromagneten, lange Magnete der Art wirkten dagegen auch in distanz kräftig auf den Anker (der dazu an einer Wage über den aufrecht gestellten Polen des Hufeisens aufgehängt war), und zwar desto kräftiger, je länger sie seyen, und eben so verhielten sich Elektromagnete, die, statt des weichen Eisens, aus hartem Eisen oder ungehärtetem Stahl gemacht seyen. Darauf hat Hr. Rainey eine Erklärung von der von ihm beobachteten Thatsache zu geben gesucht (a. a. O. *p.* 220), Hr. Ritchie dieselbe angegriffen (*p.* 287) und Hr. Rainey sie wiederum vertheidigt (*p.* 469). — Ferner hat Hr. F. Mullins einige Verbesserungen an der magneto-elektrischen Maschine beschrieben (a. a. O. *p.* 120). Er räth, von jedem der dabei angewandten hufeisenförmigen Stahlmagneten den gekrümmten Theil abzuschneiden, und durch ein gleichgeformtes auf die geraden Arme zu legendes Stahlstück zu ersetzen, weil dadurch die Kraft erhöht werde; oder besser noch: gerade Magnetstäbe anzuwenden und sie an einem Ende durch ein aufgelegtes gerades Stahlstück zu verbinden. — Auch empfiehlt er bei dieser Gelegenheit Kautschucktafeln, die man in England so dünn wie Schreibpapier haben kann, zur Isolirung der Plattenpaare der voltaschen Säule. — Gegen die erste Behauptung des Hrn.

nes Elektromagneten in dem Apparat für continuirliche Rotation längst aufgegeben habe, weil er unfähig sey, einen Eisenstab in der Entfernung zu magnetisiren. Hr. C. bemerkt dagegen, dafs Hr. R., wenn er statt der einfachen Kette eine Batterie von 20 grofsen Plattenpaaren oder 200 kleinen angewandt hätte, gefunden haben würde, dafs ein Elektromagnet eben so kräftig in distanz magnetisire als ein permanenter Stahlmagnet.

## XX. *Versuche mit dem Zitterrochen; von Hrn. Colladon.*

(*Comptes rendus*, 1836, *pt. II p.* 490.)

Diese Versuche wurden im August 1831 zu La Rochelle, in Gegenwart des Hrn. Lebrun, Professor der Physik am Collége dieser Stadt, angestellt, und zwar mit 40 Zitterrochen. Die ersten Versuche hatten den Zweck, zu erfahren, welche Art von Elektricität die verschiedenen Punkte des Thieres liefern. Die Vertheilungsart der Elektricität auf der Oberfläche desselben, sagt Hr. C., läfst sich in folgenden drei Sätzen ausdrücken:

1) Alle Theile des Rückens sind positiv, wenn man sie mit irgend einem Theile des Bauches in Verbindung setzt und der Zitterrochen einen Schlag giebt.

2) Zwei unsymmetrische Punkte des Rückens oder zwei gleichfalls unsymmetrische Punkte des Bauches sind

Mullins ist nun wieder Hr. Ritchie aufgetreten (a. a. O. *p.* 222). Er zeigt, dafs zwei senkrecht stehende gerade Magnetstäbe, die eben so stark magnetisirt sind als ein Hufeisen, auf den an einer Wage darüber schwebenden Anker bei weitem nicht so kräftig wirken als letzteres, und dafs die Abschneidung des krummen Theils vom Hufeisen und dessen Ersetzung durch ein gleichgeformtes Stahlstück nur vortheilhaft sey, wenn, wie häufig, die Hufeisenmagnete nur an den Enden gehärtet seyen.

fast immer entgegengesetzt elektrisirt, und geben einen Strom am Galvanometer. Die Ablenkung beträgt zuweilen 30 bis 40 Grade. Der nächste Punkt an den Organen giebt dem Draht positive oder negative Elektricität, je nachdem man mit dem Rücken oder Bauch experimentirt.

3) Berührt man zwei symmetrische Punkte aus der Gegend des Rückens oder der des Bauches, so erhält man keine Ablenkung am Galvanometer.

Diese beiden letzten Resultate scheinen mir, sagt Hr. Colladon, bisher den Physikern entgangen zu seyn.

Andere Versuche betrafen die Schnelligkeit, mit welcher die Schläge auf einander folgen können. Das Minimum der Zeit zwischen zwei Schlägen schien Hrn. C. fast eine Drittel-Secunde zu seyn.

Folgender Versuch wird von ihm als Beispiel gegeben, wie viele Schläge man von einem Zitterrochen erhalten kann, wenn er schwach gereizt und dabei in einer Lage gehalten wird, die nicht zu unbequem für ihn ist.

Ich legte, sagt er, einen kleinen Zitterrochen von 11 Centimeter Durchmesser auf meine Hand, und berührte seinen Rücken, nahe beim Centrum eines der Organe, sanft mit der Spitze des Daums. Innerhalb zwei Minuten erhielt ich 78 Schläge fast von gleicher Stärke und in regelmäfsig wachsenden Intervallen. Die 78 Schläge waren nämlich so vertheilt: 24 in der ersten halben Minute, 22 in der zweiten, 19 in der dritten und 13 in der vierten.

In den folgenden 20 Secunden bekam ich nur drei schwache Schläge, darauf folgte eine Pause von 15 Secunden. Nun drückte ich das Thier, um es zu reizen, stärker mit meinem Daum; es machte eine heftige Anstrengung, krümmte sich und gab mir einen so starken Schlag, dafs ich ihn in das darunter stehende Becken fallen liefs. Sogleich wieder aufgenommen und stark gereizt, gab er mir keine Schläge mehr. Erst nach mehren

Minuten Ruhe im lauwarmen Wasser, erlangte er wieder ein wenig elektrische Kraft. Ich habe mich oft des warmen Wassers bedient, um Zitterrochen wieder zu beleben, die ganz erschöpft waren, und immer schien mir dieses Mittel zu gelingen.

Mehrmals habe ich den elektrischen Strom eines stark gereizten Zitterrochens durch den Körper anderer, sehr frischer und sanft abgewischter Zitterrochen geben lassen; aber nie schienen diese ergriffen zu werden [1]). Dem entsprechend giebt Hr. John Davy an, dafs der Strom einer Säule niemals auf diese Thiere zu wirken scheint. Die Wirkung einer Leidner Flasche ist, glaube ich, noch nicht versucht; es fehlte mir an Zeit zu diesem Versuch.

Mit einem sehr sorgfältig von mir verfertigten Goldblatt-Elektrometer habe ich den Versuch der HH. Gay-Lussac und v. Humboldt wiederholt. Ich habe mehre Zitterrochen geprüft, sie einzeln und zu verschiedenen Malen mit dem Condensator des Elektrometers in Berührung gebracht. Zu dem Ende legte ich sie auf einen isolirenden Körper, und verband die obere und untere Fläche des Organs durch einen Platindraht mit dem Elektrometer. Niemals habe ich, selbst mit der Lupe, irgend eine Ausbeugung der Goldblättchen wahrgenommen. Diefs Resultat scheint zu dem Schlufs hinreichend, dafs die auf der innern Oberfläche des Organs angehäufte Elektricität eine

1) Ganz die nämliche Beobachtung hat Hr. A. v. Humboldt bereits vor vielen Jahren am Zitteraale gemacht. »Als ich, sagt derselbe in seinem Reisewerke (Französische Octav-Ausgabe, *T. VI p.* 132) vier Gymnoten eine solche Stellung gab, dafs ich die Schläge des stärksten von ihnen nur durch *Mittheilung* erhalten konnte, d. h. indem ich nur einen der übrigen Fische berührte, sah ich diese niemals sich regen im Moment wo der Strom durch ihren Körper ging. Vielleicht bildete sich der Strom nur auf der feuchten Oberfläche ihrer Haut. Wir schliefsen indefs daraus nicht, dafs die Gymnoten für die Elektricität unempfindlich seyen, und dafs sie nicht am Boden der Sümpfe mit einander kämpfen könnten.« *P.*

zu schwache Spannung besitzt, um das Elektrometer zur Divergenz bringen zu können.

Indefs ist dieser Schlufs keineswegs evident, weil die Ausbiegung der Goldblättchen nicht alleinig vom Grade der Spannung abhängt, sondern auch von der Wirkungsdauer der Kraft. Die Beobachtungen von Walsh und anderen Experimentatoren über den Durchgang der thierischen Elektricität durch eine dünne Luftschicht scheinen wirklich anzuzeigen, dafs die von dem Zitterrochen ausgesandte Elektricität eine Spannung besitzt, die fähig ist auf leichte Körper zu wirken, sobald die Wirkung eine längere Zeit anhält.

Bei einem meiner Versuche wollte ich sehen, ob ein Zitterrochen, der durch mehrfache Reizungen erschöpft ist, noch Schläge geben würde, wenn man ihn stark verwundete. Ich machte zunächst tiefe Einschnitte in die fleischigen Theile, ohne indefs recht deutliche Ablenkungen zu erhalten. Als ich indefs mit der Spitze eines Federmessers tief in das Gehirn eines so von allen Seiten verstümmelten Zitterrochens stach, sah ich die Galvanometernadel in Folge eines starken Schlages vollständig herumwirbeln. Die Wiederholung dieses Versuchs mit einer Elfenbeinspitze bei einem andern Zitterrochen, dem letzten, der mir zu Gebote stand, gab ähnliche Resultate. Diese Erfahrung, welche ich mehren Personen mitgetheilt hatte, und welche ich damals hoffte später wieder aufnehmen zu können, ist kürzlich auch von Hrn. Matteucci gemacht worden, und ihm gebührt die Ehre ihrer Veröffentlichung. Sie führt ohne Zweifel zu andern eben so interessanten Resultaten als Hr. Matteucci bereits bekannt gemacht hat; die von ihm zuerst beobachtete Umkehrung des Stroms besonders ist eine Thatsache von hoher Wichtigkeit für die theoretischen Ansichten, welche man versucht seyn könnte über die bekannten Thatsachen aufzustellen [1]).

1) Hrn. Matteucci's Aufsatz wird im nächsten Heft erscheinen. *P.*

## XXI. *Fernere Beobachtungen über den Sternschnuppenfall in der Nacht vom* 12. *zum* 13. *November dieses Jahres.*

Zu den auf S. 353 bereits angeführten Beobachtungen bringt die eben eingelaufene No. 22 der *Compt. rend.* noch folgende, in Frankreich angestellte, zur allgemeinen Kenntnifs:

| Ort und Name der Beobachter. | Nov. 12. bis 13. Beobachtungszeit. | Zahl der gesammten beobachtet. Sternschnuppen. | Unter d. orientirten, vom oder zum Löwen gehend. |
|---|---|---|---|
| *Paris.* Sternwarte . . | 6h 48' Ab. — 6h 35' M. | 170 | |
| - Hr. Méret, zu Bercy . . . . . | 0h — 6h M. | 120 | 57 unt. 84 |
| - Hr. Coquerel | 4h M. — 6h M. | 26 | d. meisten |
| *La Chapelle*, bei Dieppe, d. HH. Racine, Calais und Nell de Bréauté . . . . . . | 11h 39' Ab. — 3h 24' M. | 36 | |
| *Von-Altemare* (Dep. de l'Ain) Hr. Millet d'Aubanton . | 8h Ab. — 6h M. | 75 | |
| *Strasburg*, Hr. Fargeau . . . | 10h 45' — 2h 37' | 85 | 57 unt. 84 |
| - - Hr. Glück und Hohl | 10h 20' — 2h 25' | 28 | |
| *Arras.* Hr. Larzillière (nicht stetig beobahtet) . . . . . . | 3h — 6h | 23 | 18 unt. 23 |
| *Angers.* Hr. Morren (blofs gegen den Löwen hin beobachtet) | 2h 20' — 4h 21' | 49 | |
| *Rochefort.* Hr. Salneuve . . . . . . . . | 1h 30' — 3h 30' | 23 | |
| *Hâvre.* Hr. Colback | 9h — 2h | 1 per Minut. | |

Zu *Nogent-sur-Vernisson* war das Phänomen so ungewöhnlich, dafs es einem Dienstboten des Hrn. Costaz auffiel. Zu Tours unterhielten sich am Morgen des

13. die Bauern von dem »*Feuerregen*« in der Nacht. Im Rhonethal, bei Culloz, fielen die Sternschnuppen so häufig, dafs man sie durch den gerade stattfindenden Nebel wahrnahm, und glaubte, man sähe Blitze oder eine Wiederholung des Nordlichts vom 18. Oct. d. J.

Hr. Arago zeigt nun durch die an andern Tagen dieses Novembers beobachtete Zahl von Sternschnuppen, dafs das Phänomen vom 12. bis 13. ein ungewöhnliches genannt werden müsse. So sah man zu Paris, auf der Sternwarte, in der Nacht vom 11. zum 12. stündlich 0 Sternschnuppe, vom 13. zum 14. stündlich 3,5, vom 14. zum 15. stündlich 2,3; allein in der Nacht vom 12. zum 13. stündlich 14; Hr. Méret sah vom 12. zum 13. stündlich 20, am 11. von $7^h$ 30′ bis $0^h$ 30′ dagegen nicht eine; Hr. Millet-Daubanton vom 12. zum 13. stündlich 7,5, am 14. nur 2 in 6 Stunden.

Aufser der merkwürdigen, indefs schon mehrfach in den Annalen berührten Thatsache, dafs die meisten Sternschnuppen in der Gegend (im Sternbild des Löwen) erscheinen, wohin die Erde zur Zeit der Beobachtung ihren Weg nimmt, bemerkt noch Hr. A. in Bezug auf das letzte Phänomen: 1) dafs wenn die geschlängelte Bahn einiger dieser Asteroïde erwiesen wäre, daraus eine geringe Dichtigkeit derselben folgen würde; und 2) dafs der bisweilige Fall dieser Asteroïde bis zur Erde jetzt ohne Widerrede erwiesen sey, indem einerseits, nach Hrn. Millet's Beobachtungen, einige derselben sich auf die benachbarten Berge projicirten, und andererseits der Kapitain Bérard zu Paris eins bis zur Brustlehne des Pont-Royal herabfallen sah.

1836. ANNALEN №. 11.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIX.

## I. *Untersuchungen über die Variationen der magnetischen Intensität in St. Petersburg; von von A. T. Kupffer.*

(Schlufs.)

Die plötzliche Aenderung die sich vom 27. October an, insbesondere aber mit dem 1. November in der Dauer der Schwingungen zeigte, bewog mich, zugleich die Schwingungsdauer einer horizontalen Nadel zu beobachten, um zu sehen, ob auch diese plötzliche Veränderungen zeigen würde. Ich stellte deshalb eine Gambey'sche Bussole mit horizontaler, an Seidenfäden aufgehängter Nadel in der Nähe der Neigungsnadel auf, doch weit genug von derselben, dafs der Einflufs der horizontalen Nadel auf die Schwingungsdauer der Neigungsnadel ganz unmerklich, auf die Neigung derselben, aber sehr gering war.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| November 1. | 9h 15′ | 39′ 29″,5 | 5,88 | 5,88 |
| | 21 14 | 39 31 ,3 | 6,03 | 6,03 |
| | 21 36 | 39 19 ,2 | 5,93 | 5,93 |

Gleich nach dieser letzten Beobachtung wurde die Dauer der Schwingungen der horizontalen Nadel beobachtet; diese Nadel machte, mit 22h 34′ anfangend:

100 Doppelschwingungen in 61′ 18″,5
bei einer Temperatur von 14°,4 R.

Den andern Morgen wurde wieder die Neigungsnadel beobachtet:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| November 3. | 21h 27′ | 39′ 47″,2 | 5,96 | 5,96 |

Gleich darauf, das heifst, um 22h 14′, machte die horizontale Nadel

100 Doppelschwingungen in 61′ 21″,8
bei der Temperatur von 15°,7 R.

Man sieht, dafs vom 2. zum 3. November ($21^h$) die Dauer von 200 Schwingungen der Neigungsnadel um 28″ zugenommen, während die Dauer von eben so viel Schwingungen der horizontalen Nadel sich fast gar nicht verändert hatte: denn die Zunahme von 3″,3 kommt fast ganz auf die Rechnung des Temperaturunterschiedes. Diese Beobachtung scheint zu beweisen, dafs es Kräfte giebt die die Neigungsnadel bedeutend sollicitiren, während sie auf die horizontale Nadel gar keinen Einflufs ausüben; d. h. Kräfte, deren Richtung lothrecht ist.

Leider gebrach es mir damals an Mufse diesen Gegenstand weiter zu verfolgen, doch denke ich ihn nächstens, und mit besseren Apparaten, wieder aufzunehmen.

| Jahr 1832. | Dauer von 200 Doppelschwingungen. bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | am Ende der Beobachtung. | Jahr 1832. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | am Ende der Beobachtung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Novemb. | | | | Novemb. | | | |
| 5. $9^h$ 26′ | 39′ 42″,6 | 5,94 | 5,72 | 27. $21^h$ 57′ | 39′ 47″,8 | 6,02 | 6,02 |
| 7. 22 28 | 39 45 ,[illegible] | 6,25 | 6,28 | 28. 1 46 | 39 48 ,2 | | |
| 8. 9 17 | 39 40 ,0 | 5,96 | 5,96 | 9 25 | 39 50 ,1 | 6,00 | |
| 20 51 | 39 45 ,0 | | 6,34 | 21 42 | 39 47 ,9 | 5,98 | |
| 10. 20 21 | 39 40 ,5 | | | Decemb. | | | |
| 11. 9 18 | 39 45 ,2 | 5,76 | | 1. $9^h$ 12′ | 39 41 ,9 | 5,90 | |
| 20 7 | 39 46 ,3 | | | 2. 9 30 | 39 40 ,9 | 5,85 | |
| 12. 9 15 | 39 43 ,9 | 6,06 | | 21 16 | 39 46 ,7 | 5,82 | |
| 21 23 | 39 47 ,4 | 5,96 | 5,96 | 3. 9 18 | 39 45 ,7 | 5,86 | |
| 13. 9 10 | 39 40 ,7 | 5,94 | 5,94 | 22 16 | 39 48 ,3 | 5,77 | |
| 16. 20 44 | 39 45 ,1 | | 5,82 | 4. 22 32 | 39 51 ,5 | 5,75 | |
| 23. 22 32 | 39 47 ,9 | 5,61 | 5,61 | 5. 9 30 | 39 51 ,0 | 5,97 | |
| 24. 9 24 | 39 38 ,0 | 5,86 | 5,96 | 21 52 | 39 50 ,7 | 5,77 | |
| 22 30 | 39 42 ,8 | 5,99 | 5,99 | 6. 22 35 | 39 50 ,1 | 5,83 | |
| 26. 23 2 | 39 43 ,5 | 6,12 | 6,12 | 7. 21 28 | 39 49 ,7 | 5,57 | |
| 27. 1 47 | 39 47 ,7 | 6,12 | | 8. 9 13 | 39 50 ,4 | 5,84 | |
| 6 19 | 39 46 ,6 | | | 21 24 | 39 51 ,2 | | |
| 9 13 | 39 45 ,2 | 6,00 | 6,00 | 9. 9 32 | 39 51 ,0 | 5,94 | |

| Jahr 1832. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Ende der Beobachtung. |
|---|---|---|---|
| Decemb. | | | |
| 9. 21h 38′ | 39′ 51″,4 | 5,96 | |
| 10. 9 29 | 50 ,1 | 5,96 | |
| 21 27 | 51 ,0 | 6,05 | |
| 11. 9 22 | 50 ,5 | 6,05 | |
| 12. 9 31 | 51 ,2 | 5,94 | |
| 22 2 | 49 ,1 | 5,82 | |
| 13. 9 24 | 51 ,2 | 5,89 | |
| 22 39 | 51 ,2 | | |
| 14. 10 5 | 51 ,7 | 5,98 | |
| 21 21 | 50 ,5 | | |
| 15. 9 34 | 51 ,0 | 5,95 | |
| 22 46 | 51 ,6 | 5,83 | |
| 16. 9 37 | 50 ,9 | 6,02 | |
| 21 33 | 49 ,9 | | |
| 17. 22 32 | 48 ,7 | 5,70 | |
| 18. 9 37 | 51 ,6 | 6,02 | |
| 21 38 | 51 ,3 | 6,03 | |
| 19. 9 24 | 51 ,1 | 6,08 | |
| 21 48 | 50 ,5 | 5,93 | |
| 20. 9 25 | 50 ,3 | 5,98 | |
| 21. 21 32 | 50 ,2 | | |
| 22. 21 22 | 50 ,8 | 5,87 | |
| 23. 9 23 | 51 ,0 | 6,06 | |
| 24. 10 40 | 50 ,0 | 5,95 | |
| 25. 21 39 | 50 ,0 | 5,97 | |
| 26. 23 51 | 50 ,7 | 5,93 | |
| 27. 9 25 | 49 ,8 | 5,89 | |
| 22 39 | 50 ,3 | 5,91 | |
| 29. 21 50 | 51 ,1 | 5,90 | |
| 31. 0 20 | 51 ,1 | 5,99 | |
| 23 33 | 49 ,9 | 5,73 | |
| Januar | | | |
| 2. 23h 35′ | 51 ,6 | 5,93 | |
| 4. 22 31 | 51 ,6 | 5,88 | |

| Jahr 1832. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Ende der Beobachtung. |
|---|---|---|---|
| Januar | | | |
| 5. 3h 56′ | 39′ 50″,8 | 6,68 | |
| 6 15 | 50 ,4 | 6,96 | |
| 9 21 | 52 ,7 | 6,31 | |
| 6. 0 12 | 50 ,9 | 6,07 | |
| 22 15 | 51 ,0 | 6,11 | |
| 7. 23 11 | 49 ,7 | 6,34 | |
| 8. 22 15 | 51 ,7 | 6,24 | |
| 9. 10 18 | 50 ,3 | 6,14 | 6,47 |
| 10. 8 36 | 50 ,9 | 6,74 | |
| 11. 0 29 | 52 ,3 | 6,29 | |
| 22 9 | 52 ,2 | 6,52 | |
| 12. 22 48 | 49 ,9 | 6,23 | |
| 13. 10 11 | 49 ,3 | 6,26 | |
| 14. 21 46 | 51 ,2 | 6,14 | |
| 15. 22 33 | 51 ,7 | 6,10 | |
| 16. 9 36 | 52 ,0 | 6,10 | |
| 23 46 | 49 ,2 | 6,17 | |
| 17. 9 59 | 51 ,2 | 6,15 | |
| 23 52 | 50 ,7 | 6,15 | |
| 18. 23 15 | 50 ,8 | 6,11 | |
| 19. 23 16 | 50 ,2 | 6,24 | |
| 20. 23 7 | 51 ,4 | 6,06 | |
| 21. 9 32 | 52 ,6 | 6,19 | |
| 23 24 | 51 ,9 | 6,02 | |
| 23. 9 26 | 52 ,1 | 6,36 | |
| 24. 9 9 | 52 ,8 | 6,16 | |
| 28. 22 8 | 52 ,6 | 6,35 | |
| 29. 9 21 | 54 ,5 | 6,17 | |
| 30. 21 32 | 57 ,2 | 6,18 | |
| 31. 9 34 | 58 ,1 | 6,22 | |
| Februar | | | |
| 4. 20h 48′ | 52 ,8 | 6,31 | |
| 5. 9 12 | 50 ,0 | 6,29 | |
| 6. 9 25 | 52 ,7 | 6,30 | |

| Jahr 1832. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | am Ende der Beobachtung. | Jahr 1832. | Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R. | Mittel aus den Ablesungen der Mikromet. am Anfange der Beobachtung. | am Ende der Beobachtung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Februar | | | | März | | | |
| 6. 21$^h$ 29' | 39' 47",7 | 6,40 | | 22. 8$^h$ 55' | 39' 50",3 | 6,17 | |
| 7. 9 46 | 48 ,6 | 6,00 | | 21 26 | 51 ,6 | 6,17 | |
| 10. 9 2 | 51 ,6 | 6,45 | | 23. 9 8 | 51 ,4 | 6,19 | |
| 23 6 | 52 ,9 | 6,32 | | 22 32 | 50 ,6 | 6,50 | |
| 11. 22 6 | 51 ,6 | 6,35 | | 24. 9 3 | 50 ,5 | 6,32 | |
| 14. 0 19 | 50 ,7 | 6,37 | | 29. 22 27 | 51 ,4 | 6,58 | |
| 23 39 | 53 ,1 | 6,38 | | April | | | |
| 16. 21 28 | 53 ,4 | 6,15 | 6,28 | 6. 21$^h$ 44' | 53 ,7 | 6,89 | |
| 17. 21 57 | 51 ,3 | 6,27 | | 7. 9 21 | 53 ,9 | 6,26 | |
| 20. 22 53 | 51 ,9 | 6,49 | | 21 23 | 53 ,4 | 6,45 | |
| 28. 2 13 | 49 ,1 | 6,80 | | 8. 21 0 | 52 ,1 | 6,52 | |
| 9 16 | 52 ,1 | 6,32 | | 16. 21 11 | 43 ,3 | 6,78 | |
| 20 30 | 53 ,3 | 6,79 | | 17. 8 59 | 42 ,5 | 6,33 | |
| März | | | | 21. 8 54 | 49 ,0 | 6,50 | |
| 3. 22$^h$ 9' | 50 ,2 | 6,49 | | 24. 21 56 | 40 ,5 | 7,39 | |
| 10. 22 19 | 54 ,3 | 6,53 | | 25. 21 31 | 39 ,6 | 6,78 | |
| 15. 9 9 | 46 ,6 | 6,33 | | 29. 21 56 | 42 ,5 | 6,83 | |
| 22 6 | 50 ,0 | 6,44 | | Mai | | | |
| 16. 9 42 | 49 ,7 | 5,63 | | 1. 9$^h$ 5' | 42 ,7 | 6,26 | |
| 21 31 | 52 ,7 | 6,49 | | 21 9 | 48 ,4 | 6,62 | |
| 17. 9 50 | 50 ,2 | 6,10 | | Juni | | | |
| 22 15 | 50 ,8 | 6,33 | | 17. 21$^h$ 19' | 37 ,8 | 7,20 | |
| 18. 9 21 | 55 ,9 | 5,58 | | 18. 10 19 | 34 ,0 | 6,17 | |

Die in den vorhergehenden Tabellen enthaltenen Beobachtungen beweisen, dafs die Intensität der magnetischen Kraft der Erde *regelmäfsigen* und *unregelmäfsigen* Veränderungen unterworfen ist.

### Von den regelmäfsigen oder periodischen Veränderungen der Intensität des Erdmagnetismus.

Man braucht nur einen Blick auf die vorhergehenden Beobachtungen zu werfen, um eine tägliche *Variation der Intensität* zu entdecken; die Intensität ist, mit

wenig Ausnahmen, des Abends gröfser als des Morgens, besonders im Sommer. Um diefs noch deutlicher zu zeigen, kann man die Mittel der Morgens und Abends angestellten Beobachtungen besonders berechnen. Man erhält so folgende Resultate, wenn man bei der Rechnung alle diejenigen Tage, an welchen nur eine Beobachtung gemacht wurde, wegläfst.

Mittlere Dauer von 200 Doppelschwingungen bei 14° R.

| | Morgens. | Abends. | Differenz. | Anzahl der Beobachtungstage. |
|---|---|---|---|---|
| 1831. | | | | |
| Februar | 40′ 16″,68 | 40′ 16″,51 | +0″,17 | 20 (1) |
| März | 40 14 ,89 | 40 15 ,19 | −0 ,30 | 12 (2) |
| April | 40 13 ,00 | 40 11 ,73 | +1 ,27 | 6 (3) |
| Mai | 40 15 ,40 | 40 14 ,83 | +0 ,57 | 20 (4) |
| Juni | 40 19 ,99 | 40 19 ,90 | +0 ,09 | 7 |
| August | 40 1 ,81 | 39 59 ,88 | +1 ,93 | 8 |
| September | 40 3 ,95 | 40 0 ,30 | +3 ,65 | 19 |
| October | 39 56 ,84 | 39 53 ,26 | +3 ,58 | 20 (5) |
| November | 39 42 ,96 | 39 41 ,68 | +1 ,28 | 8 |
| December | 39 50 ,45 | 39 50 ,29 | +0 ,16 | 15 |
| 1832. | | | | |
| Januar | 39 51 ,80 | 39 52 ,53 | −0 ,73 | 9 |
| Februar | 39 50 ,25 | 39 49 ,30 | +0 ,95 | 2 |
| März | 39 51 ,22 | 39 50 ,45 | +0 ,77 | 4 (6) |
| April | 39 50 ,13 | 39 49 ,50 | +0 ,63 | 8 |

(1) Den 10. und 15. Februar erlitt die Intensität plötzliche unregelmäfsige Veränderungen. Wenn man die Beobachtungen dieser Tage verwirft, so erhält man 40′ 15″,3 für das Mittel am Morgen und 40′ 14″,3 für das Mittel am Abend; Differenz +1″.

(2) Wenn man die am 19. März angestellten Beobachtungen verwirft, so erhält man 40′ 15″,50 als Mittel der Morgen- und 40′ 15″,47 als Mittel der Abendbeobachtungen; Differenz: +0″03.

(3) Hier sind die Beobachtungen des 24. verworfen worden, weil die Nadel an diesem Tage sich sehr unregelmäfsig bewegte.

(4) In den Abenden des 11. und 17. hat die Neigung Anomalien gezeigt; wenn man die Beobachtungen dieser 2 Tage verwirft, so erhält man 40′ 15″,6 als Mittel der Morgenbeobachtungen und 40′ 14″,7 als Mittel der Abendbeobachtungen; Differenz: +0″,9.

(5) Wenn man die Beobachtungen vom 28. bis zum 31. verwirft, an welchen Tagen die Intensität sehr unregelmäfsigen und plötzlichen Veränderungen unterworfen gewesen ist, so findet man 40′ 0″,78 und 39′ 57″,79; Differenz: +2″,99.

(6) Die Beobachtungen am 18. sind verworfen worden, weil die Nadel gegen Abend plötzlich ihre Neigung änderte.

Man sieht aus dieser Tabelle, dafs die Intensität der magnetischen Kräfte der Erde des Morgens kleiner ist, als des Abends, und dafs diese tägliche Aenderung im September und October den gröfsten, im Februar und März den kleinsten Werth erreicht, denn die negative Variation, die im Januar 1832 beobachtet wurde, scheint eine Anomalie zu seyn. Es ist nicht oft genug an demselben Tage beobachtet worden, um genau die Stunde des Maximums und Minimums angeben zu können; ich will, sobald es meine Zeit mir erlaubt, zu diesem Zweck eine Reihe stündlicher Beobachtungen anstellen.

Was die monatlichen Veränderungen der Intensität betrifft, so haben wir schon gesehen, dafs die obigen Beobachtungen kein sicheres Maafs für dieselben geben, weil man nicht sicher ist, ob nicht, im Laufe von mehreren Monaten, der Drehungspunkt der Nadel sich geändert hat; diefs war besonders während der Sommermonate zu fürchten, in welchen vorbeifahrende Wagen die Nadel häufig erschütterten. Doch können wir immer einige partielle Resultate aus denselben ziehen; denn es ist anzunehmen, dafs der eben bezeichnete störende Einflufs während der Wintermonate, d. h. während die Erde mit weichem Schnee, der keine Erschütterung fortpflanzt, bedeckt ist, gar nicht oder nur sehr wenig gewirkt habe; und im Sommer, wo dieser Einflufs vielleicht bedeutend geworden ist, ist wenigstens jede *Vermehrung* in der Schwingungsdauer der Nadel gewifs einer Verminderung der Intensität zuzuschreiben, da jener Einflufs, wenn er überhaupt stattfindet, bei unserer Nadel immer eine *Verminderung* der Intensität hervorbringt.

Um nun diese Resultate ziehen zu können, wollen wir die monatlichen Mittel von *allen* Beobachtungen nehmen, ohne, wie wir es in der vorigen Tabelle thaten, diejenigen Tage wegzulassen, an welchen nur eine Beobachtung gemacht wurde.

| | | Monatliche Mittel. | Zahl der Beobachtungen. |
|---|---|---|---|
| 1831. | Februar | 40′ 16″,5 | 69 |
| | März | 40 14 ,5 | 45 |
| | April | 40 12 ,1 | 17 |
| | Mai | 40 15 ,3 | 49 |
| | Juni | 40 20 ,9 | 18 |
| | August | 40 0 ,8 | 16 |
| | September | 40 2 ,4 | 45 |
| | October | 39 59 ,5 | 41 |
| | November | 39 44 ,2 | 23 |
| | December | 39 49 ,9 | 44 |
| 1832. | Januar | 39 51 ,7 | 32 |
| | Februar | 39 51 ,4 | 16 |
| | März | 39 51 ,1 | 15 |
| | April | 39 47 ,1 | 10 |

Die letzten Beobachtungen des Monats October und die ersten des Monats November sind ausgelassen worden, wegen der grofsen Anomalien, die die Intensität an diesen Tagen gezeigt hat.

Man sieht aus dieser Tabelle, dafs die Intensität vom Monat Februar 1831 bis zum April desselben Jahres zugenommen hat, dafs sie aber hierauf bis zum Juni immerfort abnahm. Dafs die Aenderungen nicht die Folge einer Aenderung im Aufhängungspunkt der Nadel waren, geht daraus hervor, dafs ihre Neigung während dieser Monate immer gleichen Schritt hielt mit der aus directen Beobachtungen hervorgehenden wahren magnetischen Neigung. Während der Monate Juli und August wurde die Nadel nicht beobachtet; am Ende des Augusts fand sich, dafs die Schwingungsdauer der Nadel in dieser Zwischenzeit bedeutend abgenommen hatte; diefs ist gewifs einer Aenderung in der Lage des Drehungspunktes der Nadel zuzuschreiben; in der That zeigte die Nadel zugleich eine Zunahme der Neigung an, welche, wie aus den directen Beobachtungen hervorgeht, gewifs nicht stattgefunden hat. Im September nimmt nun die Schwingungsdauer wieder

zu, welches gewifs nicht einer Aenderung im Aufhängungspunkt der Nadel zugeschrieben werden kann, da eine solche Aenderung bei unserer Nadel immer eine Verminderung dieser Dauer zur Folge hat. Ueberdiefs zeigen die directen Neigungsbeobachtungen, dafs die Nadel während dieser Zeit (vom 31. August bis zum 15. September) einen, den wahren Aenderungen der magnetischen Neigung entsprechenden Gang gezeigt hat. Man sieht also, dafs die Intensität im September wirklich abgenommen haben mufs; und so wird es höchst wahrscheinlich, dafs die Intensität in der That vom April bis zum Ende Septembers immer fort abnimmt. Da sich der Aufhängepunkt der Nadel im Juli oder August plötzlich geändert hat, so ist es eben so, als ob man mit zwei verschiedenen Nadeln beobachtet hätte, und hätte man diefs wirklich gethan, so hätte man die Abnahme der Intensität im September gewifs als eine Fortsetzung der Abnahme der Intensität vom April bis Juni angesehen. Vom Anfange October an nimmt die Schwingungsdauer wieder ab bis zum April des nächsten Jahres; die Monate November und December indefs zeigen grofse Unregelmäfsigkeiten, und unterbrechen, durch eine starke Anomalie, die regelmäfsige Zunahme der Intensität; da aber die Neigungen auch grofse Unregelmäfsigkeiten zeigen, so kann man sie wohl grofsen, vielleicht durch Nordlichter [1]) ausgeübten Perturbationen zuschreiben. — So erhalten wir also ein Maximum der Intensität im April und ein Minimum im September; ungefähr so, wie es uns schon unsere Beobachtungen über die Schwingungsdauer der *horizontalen* Nadel gelehrt haben. Bemerkt man diese beiden Punkte auf der Epicycloïde, welche das Nordende der Nadel im Laufe der Jahrhunderte beschreibt (siehe meine erste Mittheilung der Peking'schen Beobachtungen), so gelangt man zu dem merkwürdigen Resultat dafs die Intensität am gröfsten ist, wenn das Ende der

1) Oder vielmehr durch die unbekannte Ursache derselben.

Nadel den Mittelpunkt der Epicycloïde am nächsten, und dafs die Intensität am geringsten, wenn das Ende der Nadel vom Mittelpunkt der Epicycloïde am weitesten entfernt ist.

Eines der merkwürdigsten Resultate, die man aus den vorhergehenden Beobachtungen ziehen kann, ist, dafs die Intensität der magnetischen Kräfte der Erde durch den Einflufs des Mondes geschwächt zu werden scheint. Wenn man die Mittel der während des Apogaeums und Perigaeums des Mondes, und der Tage vorher und nachher beobachteten Schwingungsdauer nimmt, so findet man, dafs diese Schwingungsdauer zunimmt, wenn der Mond sich der Erde nähert, und abnimmt, wenn sich der Mond von der Erde entfernt. In der nachstehenden Tabelle, welche diefs Gesetz deutlich macht, sind in der That nur zwei Ausnahmen von dieser Regel zu bemerken.

| | | | | | Dauer von 200 Doppelschwingungen. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1831. | *Apogaeum.* | Februar 4. | $21^h$ | | 40′ 15″,1 |
| | | | | | 14 ,6 |
| | | | | | 15 ,7 |
| | | | | | 15 ,2 |
| | | | | | 14 ,3 |
| | | | | | 14 ,2 |
| | | | | | 14 ,0 |
| | | | | Mittel | 40′ 14″,7. |

| | | | | Dauer von 200 Doppelschwingungen. |
|---|---|---|---|---|
| 1831. | *Perigaeum.* | Februar 17. | 21ʰ | 40′ 20″,3 |
| | | | | 22 ,4 |
| | | | | 20 ,2 |
| | | | | 20 ,0 |
| | | | | 20 ,3 |
| | | | | 20 ,8 |
| | | | | 19 ,3 |
| | | | | 20 ,3 |
| | | | | 21 ,6 |
| | | | | 20 ,7 |
| | | | Mittel | 40′ 20″,6 |
| | *Apogaeum.* | März 4. | 19ʰ | 40′ 18″,0 |
| | | | | 18 ,1 |
| | | | | 17 ,8 |
| | | | | 18 ,0 |
| | | | | 17 ,4 |
| | | | | 17 ,4 |
| | | | Mittel | 40′ 17 ,8 |
| | *Perigaeum.* | März 16. | 10ʰ | 40′ 12″,8 |
| | | | | 10 ,6 |
| | | | | 10 ,6 |
| | | | Mittel | 40′ 11 ,3 |

*Apogaeum.* April 1. 11ʰ. Diesen Tag wurde nicht beobachtet; aber den 29. März war die Schwingungsdauer 40′ 10″ ,8

*Perigaeum.* April 13. 13ʰ. Diesen Tag wurde nicht beobachtet.

| | | | | | Dauer von 200 Doppelschwingungen. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1831. | *Apogaeum.* | April 28. | 20h | | 40′ 13″,2 |
| | | | | | 11 ,6 |
| | | | | | 12 ,4 |
| | | | | | 13 ,3 |
| | | | | | 13 ,0 |
| | | | | | 14 ,6 |
| | | | | | 13 ,5 |
| | | | | Mittel | 40′ 13″,1. |
| | *Perigaeum.* | Mai 18. | 22h | | 40′ 15″,0 |
| | | | | | 13 ,3 |
| | | | | | 14 ,8 |
| | | | | | 14 ,6 |
| | | | | | 14 ,1 |
| | | | | | 13 ,7 |
| | | | | Mittel | 40′ 14″,3. |
| | *Apogaeum.* | Mai 26. | 2h | | 40′ 17″,8 |
| | | | | | 18 ,3 |
| | | | | | 18 ,6 |
| | | | | | 16 ,2 |
| | | | | Mittel | 40′ 17″,7. |
| | *Perigaeum.* | Juni 9. | 8h | | 40′ 20″,2 |
| | | | | | 19″,4 |
| | | | | | 19 ,9 |
| | | | | | 18 ,0 |
| | | | | Mittel | 40′ 19″,4. |

*Apogaeum.* Juni 22. 9h. An Diesem Tage wurde nicht beobachtet; den Tag darauf war die Schwingungsdauer 40′ 25″,4

| | | | | Dauer von 200 Doppelschwingungen. |
|---|---|---|---|---|
| 1831. | *Perigaeum.* | Juli 7. | 16h | an diesem Tag wurde nicht beobachtet. |
| | *Apogaeum.* | Juli 19. | 21h | |
| | *Perigaeum.* | Aug. 4. | 17h | |
| | *Apogaeum.* | Aug. 16. | 13h | |
| | *Perigaeum.* | August 31. | 3h | 40′ 2″,1 |
| | | | | 4 ,4 |
| | | | | 2 ,5 |
| | | | | 5 ,3 |
| | | | | 4 ,8 |
| | | | Mittel | 40′ 3″,8. |
| | *Apogaeum.* | September 13. | 8h | 39′ 59″,8 |
| | | | | 40 1 ,3 |
| | | | Mittel | 40′ 0″,6. |
| | *Perigaeum.* | September 25. | 9h | 40′ 1″,5 |
| | | | | 3 ,2 |
| | | | | 3 ,2 |
| | | | Mittel | 40′ 2″,6. |
| | *Apogaeum.* | October 11. | 3h | 39′ 55″,4 |
| | | | | 58 ,1 |
| | | | | 59 ,6 |
| | | | Mittel | 39′ 57″,7. |
| | *Perigaeum.* | October 23. | 1h | 39′ 59″,3 |
| | | | | 59 ,3 |
| | | | Mittel | 39′ 59″,2. |
| | *Apogaeum.* | November 7. | 22h | 39′ 45″,4 |
| | | | | 40 ,0 |
| | | | | 45 ,0 |
| | | | Mittel | 39′ 43″,5. |

| | | | | Dauer von 200 Doppelschwingungen. |
|---|---|---|---|---|
| 1831. | *Perigaeum.* | November 20. | 7ʰ. An diesem Tage wurde nicht beobachtet. | |
| | *Apogaeum.* | December 5. | 7ʰ | 39′ 51″,1 |
| | | | | 50 ,4 |
| | | | | 48 ,3 |
| | | | | 51 ,5 |
| | | | Mittel | 39′ 50″,4. |
| | *Perigaeum.* | December 18. | 19ʰ | 39′ 51″,3 |
| | | | | 51 ,6 |
| | | | | 48 ,7 |
| | | | | 51 ,1 |
| | | | | 50 ,5 |
| | | | | 50 ,3 |
| | | | Mittel | 39′ 50″,6. |
| 1832. | *Apogaeum.* | Januar 1. | 8ʰ | 39′ 49″,9 |
| | | | | 51 ,1 |
| | | | Mittel | 39′ 50″,6. |
| | *Perigaeum.* | Januar 16. | 7ʰ | 39′ 52″,0 |
| | | | | 51 ,7 |
| | | | | 51 ,2 |
| | | | | 51 ,2 |
| | | | Mittel | 39′ 51″,5. |
| | *Apogaeum.* | Januar 28. | 16ʰ | 39′ 52″,6 |
| | | | | 54 ,5 |
| | | | Mittel | 39′ 53″,6. |
| | *Perigaeum.* | Februar 13. | 14ʰ | 39′ 50″,7 |
| | | | | 51 ,6 |
| | | | | 53 ,1 |
| | | | Mittel | 39′ 51″,8. |

| | | Dauer von 200 Doppelschwingungen. |
|---|---|---|
| 1832. | *Apogaeum.* Februar 25. $10^h$. An diesem Tage wurde nicht beobachtet; den 28. war die Schwingungsdauer | 39′ 50″,6 |
| | *Perigaeum.* März 12. $3^h$. An diesem Tage wurde nicht beobachtet; den 11. war die Schwingungsdauer | 39′ 54″,3 |
| | *Apogaeum.* März 24. $6^h$ | 39′ 50″,5 |
| | | 50 ,6 |
| | | 51 ,6 |
| | | 51 ,4 |
| | Mittel | 39′ 57″,0 |
| | *Perigaeum.* April 6. $8^h$ | 39′ 53″,7 |
| | | 53 ,9 |
| | Mittel | 39′ 53″,8. |
| | *Apogaeum.* April 21. $3^h$ | 39′ 49″,0. |
| | *Perigaeum.* Mai 2. $22^h$. An diesem Tage wurde nicht beobachtet; den 1. Mai $22^h$ war die Schwingungsdauer | 39′ 48″,4. |

Wenn man diese Mittel in zwei Rubriken bringt, so erhält man folgende Tabelle:

| Apogaeum. | Perigaeum. |
|---|---|
| 40′ 14″,7 | 40′ 20″,6 |
| 40 17 ,8 | 40 11 ,3 |
| 40 13 ,1 | 40 14 ,3 |
| 40 17 ,7 | 40 19 ,4 |
| 40′ 0″,6 | 40′ 2″,6 |
| 39 57 ,7 | 38 59 ,2 |
| 39′ 50″,4 | 39′ 50″,6 |
| 39 50 ,6 | 39 51 ,5 |
| 39 53 ,6 | 39 51 ,8 |
| 39 50 ,6 | 39 54 ,3 |
| 39 51 ,0 | 39 53 ,8 |
| 39 49 ,0 | 39 48 ,4 |
| Mittel 40′ 0″,5. | Mittel 40′ 1″,5. |

Die Unterschiede der beiden mittleren Werthe würden noch gröfser ausgefallen seyn, wenn die Beobachtungen vom 15., 16. und 17. März nicht eine so kleine Schwingungsdauer gegeben hätten, so dafs man annehmen kann, hier habe eine von den Anomalien stattgefunden, die der Gang der Magnetnadel so oft zeigt, und welche an ihrem plötzlichen, an keine Periode gebundenen Erscheinen und Aufhören kenntlich sind. In der That sieht man aus den vorhergehenden Tabellen, dafs den 12. März eine plötzliche Verminderung der Schwingungsdauer der Nadel eingetreten ist, und erst mehrere Tage darauf sich wieder verloren hat.

Es scheint also so gut bewiesen zu seyn, als Beobachtungen eines Jahres beweisen können, dafs der Mond die Intensität der magnetischen Kräfte der Erde schwächt. Man kann daraus schliefsen, dafs der Mond ebenfalls magnetisch ist, und dafs seine Magnetpole ungefähr dieselbe Lage haben, als die der Erde, denn nur in diesem Falle können sie schwächend auf einander wirken.

### Von den unregelmäſsigen Veränderungen der magnetischen Kräfte der Erde.

Die Intensität der magnetischen Kräfte der Erde ist unregelmäſsigen und plötzlichen Veränderungen unterworfen, wie die Richtung ihrer Resultante; die in den obigen Tabellen enthaltenen Beobachtungen geben mehrere Beispiele davon. Es scheint sogar eine enge Verbindung zwischen den unregelmäſsigen Veränderungen der Intensität und der Neigung stattzufinden; um dieſs deutlich zu machen, will ich die auffallendsten Anomalien, die die Nadel gezeigt hat, zusammenstellen:

1831.

Den 6. und 14. Februar nahm die Neigung gegen Abend zu, statt abzunehmen, wie es gewöhnlich geschieht; zu gleicher Zeit nahm die Schwingungsdauer der Nadel ein wenig ab. Den 12. Februar Mittags bemerkte man eine plötzliche Verminderung der Schwingungsdauer; die Neigung hatte zugleich zugenommen. Während des 15. Februars änderte sich die Neigung sehr unregelmäſsig. Um 9 Uhr war die Stellung der Nadel noch normal, um 10 Uhr hatte die Neigung plötzlich um 4′ zugenommen; die Schwingungsdauer zeigte noch keine Veränderung, wenn man sie mit der der vorhergehenden Tage verglich. Mittags hatte die Neigung abermals um 1′ abgenommen; die Schwingungsdauer zeigte eine Zunahme von 3″,8; gegen Abend war die Nadel fast zu ihrer normalen Stellung zurückgekehrt; aber die Zunahme in der Schwingungsdauer fand noch statt. Den andern Tag, den 16., um 9 Uhr Morgens, war die Schwingungsdauer noch gröſser, obgleich die Richtung der Nadel sich kaum geändert hatte; aber gegen Abend nahm sie von Neuem ab, während die Neigung zunahm. Den 18. Februar, um 9 Uhr Abends, machte die Nadel wieder unregelmäſsige Bewegungen; die Neigung nahm bedeutend ab; aber die Schwingungsdauer hatte sich fast gar nicht geändert, jedoch

ist

war sie ein wenig gröfser als die, welche Morgens, und die, welche den folgenden Tag beobachtet wurde.

Den 22. Februar, Mittags, zeigte die Schwingungsdauer eine plötzliche Verminderung; zugleich nahm die Neigung ein wenig zu.

Den 1. März, um 9 Uhr Abends, hatte die Neigung im Anfange der Beobachtung abgenommen, die Schwingungsdauer hingegen zugenommen. Später nahm die Neigung wieder zu; es wurde ein schwaches Nordlicht beobachtet.

Den 6. März, um 9 Uhr Morgens, war die Neigung gröfser als gewöhnlich; die Schwingungsdauer hatte ebenfalls zugenommen.

Den 9. und besonders den 10. März, um 9 Uhr Morgens, war die Neigung viel gröfser als gewöhnlich; die Schwingungsdauer hatte abgenommen; diese Abnahme blieb noch merklich, als die Nadel bereits, in Hinsicht ihrer Neigung, zu ihrer gewöhnlichen Lage zurückgekehrt war.

Den 12. März, um 9 Uhr Morgens, wurde eine bedeutende Abnahme in der Schwingungsdauer beobachtet: sie betrug 40′ 10″,3; um 1 Uhr betrug sie 40′ 8″,6; um 5 Uhr Abends nur 40′ 5″,8; den andern Morgen um 9 Uhr betrug sie wieder 40′ 11″,1 und behielt diesen Werth den ganzen Tag über. Die Neigung nahm ebenfalls von 9 Uhr Morgens bis 5 Uhr Abends ab; um 5 Uhr zeigte sie bedeutende Unregelmäfsigkeiten; während ich die Dauer von 200 Doppelschwingungen beobachtete nahm sie um 6′ zu. Den andern Morgen um 9 Uhr (den 13. März) war die Neigung viel gröfser als gewöhnlich; aber sie nahm von Neuem ab, bis 9 Uhr Ab., wo sie ungefähr ihren gewöhnlichen Werth erreichte.

Den 17. Mai, um 9 Uhr Abends, waren Neigung und Schwingungsdauer gröfser als gewöhnlich.

Den 9. October, um 9 Uhr Morgens, war die Nei-

gung gröfser als die vorhergehenden Tage; die Intensität hatte sich fast gar nicht geändert.

Den 20. October, Abends um 9 Uhr, war die Neigung um 6' gröfser als sie am Morgen desselben Tages gewesen war; die Dauer von 200 Doppelschwingungen hatte um 6' abgenommen.

Den 27. October hatte die Intensität bedeutend zugenommen; die Neigung war dieselbe geblieben. Die bedeutende Zunahme in der Intensität hielt mehrere Tage an; siehe die Bemerkungen, die der Tabelle selbst beigefügt sind.

Den 24. November, um 10½ Uhr des Morgens, Neigung und Schwingungsdauer nahmen zugleich bedeutend ab.

1832.

Den 5. Januar, um 3 und um 6 Uhr Nachmittags, war die Neigung bedeutend gröfser als gewöhnlich; die Schwingungsdauer hatte sich nicht geändert.

Dieselbe Erscheinung fand den 10. statt, um 8½ Uhr Abends. Am Ende des Monats bemerkte man eine kleine Zunahme in der Schwingungsdauer; die Neigung zeigte keine Unregelmäfsigkeit.

Den 28. Februar, um 2 Uhr Nachmittags, nahm die Neigung um 2' zu, während die Schwingungsdauer beinahe um 3" abgenommen hatte.

Den 15. März, um 9 Uhr Abends, war die Schwingungsdauer geringer als die vorhergehenden und folgenden Tage; die Neigung war etwas gröfser als die folgenden Tage zu derselben Stunde.

Den 16. und 18. März, um 9 Uhr Abends, war die Neigung bedeutend kleiner als gewöhnlich. Die Intensität zeigte den 16., zu derselben Stunde, keine Anomalie; aber den 18. fand sie sich bedeutend vermindert.

Den 25. April, um 9 Uhr Morgens, war die Neigung bedeutend gröfser als an den benachbarten Tagen;

die Intensität hatte seit einigen Tagen bedeutend zugenommen.

---

Diese Zusammenstellung zeigt deutlich, dafs im *Allgemeinen*, sobald unregelmäfsige Bewegungen der Nadel eintreten, die *Intensität zunimmt*, wenn *die Neigung gröfser wird;* wir haben aber gesehen, dafs bei regelmäfsigen *täglichen* Bewegungen der Nadel die Intensität *zunimmt*, wenn die Neigung *abnimmt*. Die täglichen regelmäfsigen Bewegungen der Nadel lassen sich also keineswegs aus einer periodischen Veränderung in der Lage der Magnetaxe der Erde erklären, denn alsdann müfste die Intensität *zunehmen*, wenn die Neigung *zunimmt*, und umgekehrt. Wohl aber beweisen die angeführten Beobachtungen von Neuem, dafs die *unregelmäfsigen* Bewegungen der Nadel eine Folge plötzlicher und augenblicklicher Verrückungen in den magnetischen Linien der Erdoberfläche sind, wie ich schon früher gezeigt habe; wenigstens läfst sich so am besten die Gleichzeitigkeit dieser Erscheinungen auf sehr von einander entfernten Punkten der Erdoberfläche erklären, und der entgegengesetzte Gang, den die Abweichungsnadel in ihren unregelmäfsigen Bewegungen zeigt, an Orten, die in Bezug auf jene magnetischen Linien eine entgegengesetzte Lage haben, z. B. in Petersburg und Peking.

Erman, der Sohn, hat schon bei seinen, während des Nordlichts am 7. Januar 1831, angestellten Beobachtungen bemerkt, dafs die Intensität mit der Neigung zugleich zu- und abnahm: ganz so, wie ich es bei den *unregelmäfsigen* Bewegungen der Nadel gefunden habe. Fosters behauptet (siehe seine Beobachtungen in Spitzbergen, *Philosoph. Transact.* 1828), dafs diefs überhaupt bei den täglichen Bewegungen der Nadel, also auch bei den regelmäfsigen, der Fall sey, und meint deshalb dieselben aus einer täglichen Umdrehung der Magnetaxe

um eine mittlere Axe erklären zu können; es geht aber aus meinen Beobachtungen hervor, daſs dieſs Gesetz nur für die unregelmäſsigen Bewegungen der Nadel gilt; und diese mögen allerdings in so hohen Breiten, unter welchen Foster beobachtete (besonders da er nur wenige Tage hindurch beobachtet hat), in dem Maaſse vorwalten, daſs das Gesetz der *regelmäſsigen* Aenderungen der Intensität der Beobachtung ganz entschlüpft.

---

## II. *Bericht an die Academie der Wissenschaften zu Paris über Hrn. Melloni's Versuche in Betreff der strahlenden Wärme; von Hrn. Biot.*

(Fortsetzung von S. 283 des vorigen Hefts.)

---

### Strahlung der Locatellischen Lampe durch Glas.

Wir beginnen mit der Strahlung der Locatellischen Lampe durch Glas; ihre hyperbolische Entwicklung findet sich auf S. 278. Der vollständige Ausdruck, welcher diese Entwicklung wieder giebt, und auf alle Dicken ausdehnt, begreift drei verschiedene Fluthen von ungleicher Schnelligkeit der Absorption, deren einzelne Resultate in folgender Tafel enthalten sind:

Durchgang der Strahlung einer Locatellischen Lampe durch Glas (Reihe vom 9. April 1835), berechnet durch die vollständigen Werthe der drei bestimmten Integrale.

| Dicke der Platten in Millimetern | 0 | 0,25 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Ganz aus raschen Exponentiellen bestehende Fluth | 12,94 | 5,00 | 2,00 | 0,35 | 0,07 | 0,01 | unmerklich | | . . . | . . . | . . . | . . . |
| Aus langsamen u. vorwaltend raschen gemischte Fluth | 11,88 | 9,94 | 8,38 | 6,04 | 4,42 | 3,28 | 1,86 | 1,08 | 0,64 | 0,39 | 0,24 | 0,15 |
| Ganz aus langsamen bestehende Fluth | 67,48 | 67,34 | 66,90 | 6,33 | 65,76 | 65,20 | 63,96 | 63,02 | 61,94 | 60,90 | 59,94 | 58,95 |
| Summe d. partiellen Fluthen od. gesammte Fluth der Rechnung nach | 92,30 | 82,28 | 77,28 | 72,72 | 70,25 | 68,49 | 65,82 | 64,10 | 62,58 | 61,29 | 60,18 | 59,10 |
| Gesammte Fluth, beobachtet | 92,30 | 81,10 | 77,45 | 73,30 | 70,40 | 68,20 | 65,30 | 63,40 | 62,00 | 66,85 | 59,95 | 59,20 |
| Ueberschufs d. Rechnung in Hunderteln der einfallend. Wärmemenge | 0,00 | + 1,18 | − 0,17 | − 0,58 | − 0,15 | + 0,29 | + 0,52 | + 0,70 | + 0,58 | + 0,44 | + 0,23 | − 0,10 |

Man sieht zunächst, dafs die Summe der berechneten Fluthen die beobachtete Gesammtfluth wiedergiebt, mit Schwankungen von Fehlern, für welche die Beobachtung kaum einstehen kann. Es bleibt nur noch übrig, die drei bestimmten Integrale anzugeben, deren numerische Werthe die in vorstehender Tafel aufgeführten Transmissionen liefern.

Betrachten wir zunächst die Fluth von langsamer Absorption. Zur Bildung des Integrals, durch welches sie ausgedrückt wird, hat man Analogien benutzt, welche die beim Bergkrystall, Rüböl und selbst Wasser bis zu weit gröfseren Dicken beobachteten Durchgänge der nämlichen Strahlung an die Hand geben. Bei diesen drei Substanzen giebt es eine sehr langsame absorbirbare Fluth, welche beim Wasser sogar noch bei Dicken von 100 und 150 Millimetern merklich ist; und wenn man demnach den Fortgang ihrer Auslöschung blofs durch Dicken von dieser Ordnung berechnet, so findet man, dafs sie die bei 3 Millimeter beobachtete Transmission fast ganz begreift, so dafs bei dieser letzten Dicke alle anderen Fluthen von rascherer Absorption fast erlöscht sind, selbst im Bergkrystall, in derjenigen dieser Substanzen, wo die Transmission am leichtesten ist. Man hat also das Integral, welches für das Glas den langsamst absorbirbaren Theil der Wärmefluth vorstellen soll, analogen Bedingungen unterworfen, und man hat es überdiefs genöthigt, bei Dicken von 2 bis 4 Millimetern, solche Rückstände zu hinterlassen, dafs wenn man sie durch ein anderes rascheres, aber noch entwickelbares Integral darstellt, die Summe beider den ganzen Theil der von der hyperbolischen Entwicklung gegebenen Fluth genau oder fast genau darstellt. Diese beiden Bedingungen zusammen haben die zwei folgenden Integrale geliefert, welche beide die auf S. 253 angegebene Form haben, und mit demselben Werth der Constante $m$, wie in der hyperbolischen Entwicklung, d. h. $m+1=2{,}94118=n$.

Sehr langsam absorbirbare Fluth:

$$\zeta_0 = n\zeta_0 \frac{w_2^x \left\{1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{x+n}\right\}}{\left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^n\right](x+n)}$$

Die Werthe der Constanten sind:

$$\zeta_x = 67,48 \; ; \; n = 2,94118$$

$$log\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = 0,98470796 - 1 \; ; \; log\, w_2 = 0,0000000.$$

Der Werth von $w_2$ kommt der Einheit so nahe, dafs die Abweichung davon für die Ausdehnung der Beobachtungen unmerklich ist, und sie würde es noch seyn bei Dicken von 14 bis 15 Millimetern. Es ist nicht möglich zu sagen, was sie über diese Gränze hinaus werden würde, da es dazu an Beobachtungen mangelt. Allein für alle geringeren Dicken kann man $w_2$ ohne merklichen Fehler als der Einheit gleich annehmen. Der Anfangs-Werth $\zeta_0$ der Fluth ist nicht aus den Beobachtungen genommen, sondern ein Resultat der physischen Bedingungen, welchen, wie wir eben gezeigt, diese Fluth unterworfen ward. Die Logarithmen von $w_1$ und $w_2$ sind gewöhnliche, wie immer bei den folgenden Rechnungen, wenn nicht das Gegentheil gesagt ist. Nachdem die Zahlenwerthe, welche diefs erste Integral liefert, abgezogen sind von der Portion der gesammten Fluth, welche die hyperbolische Entwicklung umfafst, geben die Rückstände die Portion der Durchgänge, welche ein anderes etwas rascheres, aber noch entwickelbares Integral umfafst. Für dieses hat man die folgende Form angenommen, worin die Constante $n$ nothwendig denselben Werth wie in der ersten Fluth besitzt:

$$\zeta_x = n\zeta'_0 \frac{b_2^x\left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^n\right](x+n)}.$$

Die Constanten sind:

$$\zeta'_0 = 11{,}88; \quad n = 2{,}94118$$

$$\log b_2 = 1{,}8331460 \quad \left(\frac{b_1}{b_2}\right) = 0{,}0000000.$$

Der Werth von $b_1$ kann als unmerklich angesehen werden. Hier ist der Anfangs-Werth der Fluth gegeben; er ist gleich dem Complement der von der hyperbolischen Entwicklung gegebenen Gesammtfluth; die Bedingung der Exponentiellen ist: diese Entwicklung zu vervollständigen. Und wirklich, wenn man die beiden vorstehenden Integrale in Reihen entwickelt, dabei $x+n$ im Nenner stehen läfst, und den Zähler auf die erste Potenz von $x$ beschränkt, so giebt ihre Summe:

$$\frac{233{,}413 + 56{,}265 \cdot x}{x + 2{,}94118}$$

Diefs ist in der That fast identisch mit dem auf S. 278 für diese Entwicklung empirisch gefundenen Ausdruck. Einleuchtend ist jedoch, dafs die nach den strengen Integralen berechneten Zahlen genauer sind, und vorgezogen werden müssen, zumal die von ihnen gegebenen vollständigen Ausdrücke nun den Vorzug haben, dafs sie auf beliebige Dicken angewandt werden können.

Diese beiden ersten Fluthen, von der gesammten Fluth abgezogen, hinterlassen einen Rückstand, der für die Dicke Null 12,94 beträgt, und für die Dicke 0,25 nur 5, der also mit solcher Raschheit abnimmt, dafs er bei allen gröfseren Dicken bald unmerklich wird. Diese beiden ersten Werthe sind die einzigen, welche ihn mit Genauigkeit angeben können, weil die folgenden dazu zu klein sind. Daraus folgt, dafs man diese letztere Fluth auf unzählig viele physisch, sämmtlich annehmbare Weisen darstellen kann, sobald nur die beiden ersten Werthe, nach ihrer Wiederherstellung, dieselbe darüber hinaus rasch auslöschen. In dieser unvermeidlichen Ungewifsheit hat man, um immer die gröfste Einfachheit zu bewahren, angenommen, dafs die Wärmebündel, welche diese letztere Fluth bilden, obwohl immer ungleich ab-

absorbirbar, doch sämmtlich gleiche Intensität haben; die absorbirbarste ist von der Art, dafs ihre Exponentialbasis gleichsam unmerklich ist, d. h. man hat für das Integral die gewöhnliche Form angenommen.

$$\zeta_x = n\zeta''_0 \frac{a_2^x\left[1-\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{a_1}{a_2}\right)^n\right](x+n)},$$

und als Elemente:

$$\zeta''_0 = 12{,}94 \ ; \ n=1 \ ; \ \zeta''_{0{,}25}=5$$
$$\left(\frac{a_1}{a_2}\right)=0{,}0000 \ \ \log a_2 = 2{,}7357828.$$

Der $\zeta''_{0{,}25}$ beigelegte Werth war um 1,18 gröfser als der, welcher die hyperbolische Entwicklung vervollständigte, weil man bei dem Versuch, dieser letzteren, welche 3,809 war, vollkommen zu genügen, eine Exponentielle fand, die zu rasch abnahm, um die gesammte Fluth zu $x=1$ zu vervollständigen. Man hat also den Fehler vertheilt, und daraus ist die hier gegebene Exponentielle $a_2$ entstanden. Es ist übrigens ersichtlich, dafs sie die durch die Versuche erwiesene Bedingung der raschen Auslöschung erfüllt.

Wenn man nun die willkührlichen Constanten aufzählt, welche so angewandt wurden, um diese physische Repräsentation der totalen Fluth durch unsere drei bestimmten Integrale zu bilden, so findet man, dafs ihrer sechs vorhanden sind, nämlich erstens $m$, abgeleitet aus der hyperbolischen Entwicklung, dann $\zeta_0$ und $\zeta'_0$, die Anfangswerthe der beiden partiellen Fluthen, welche diese Entwicklung umfafst; ferner die beiden ihnen entsprechenden gleichfalls willkührlichen Basen $w_1$ und $w_2$; endlich die rasche Exponentielle $a_2$, denn die bei diesem letzten Integrale gemachte Annahme $n=1$ thut nichts, als dafs sie eine der willkührlichen Formen particularisirt, welche man ihm, bei gegenwärtiger Unbestimmtheit, worin nothwendig die physische Aufgabe bleibt, geben kann.

Wenn man es unternähme, dieselben Beobachtungen empirisch zu repräsentiren durch einen Ausdruck, bestehend aus drei einfachen Exponentialgröfsen, wie

$$a\alpha^x + a_1\alpha_1^x + a_2\alpha_2^x,$$

welche sechs willkührliche Constanten einschliefst, so würde man diefs durch eine sehr wenig schwächere Approximation erreichen, doch mit einer schwächeren, als die, welche unsere drei Integrale geben. Wenn man indefs versucht, diese empirischen Ausdrücke auf gröfsere Dicken als die benutzten anzuwenden, wie wir es wirklich gethan haben, so würde man immer finden, dafs sie sich davon entfernen, desto mehr, je gröfser diese neuen Dicken sind. Ueberdiefs ist, aufser der Realität der Thatsache, welche man erweisen kann, der physische Grund unfehlbar. Denn jede einfache Exponentialgröfse von der Form $a\alpha^x$ repräsentirt wirklich eine Wärmefluth, bestehend aus einer Unzahl von Wärmebündeln, die alle unendlich wenig verschiedene Exponentialbasen haben, d. h. einer gemeinsamen Progression in der Auslöschung unterworfen sind. Nun können für mittelmäfsige Dicken-Intervalle die absorbirten Bündel sonach ziemlich approximativ in drei verschiedene, einzeln homogene Gruppen eingetheilt werden. Allein diese Verknüpfungs-Art ist nicht mehr zulässig, sobald man Formeln erhalten will, die sich auf alle Dicken, kleine und grofse, oder selbst unendliche, ausdehnen, weil die Continuität der so fortgesetzten Absorption allmälig die verschiedenen Exponentialgröfsen auslöscht, und eine immer gröfsere Anzahl homogener Gruppen verlangt, um so erträglich dargestellt werden zu können.

Die Fähigkeit unserer Formeln, unverändert für diese grofsen Dicken gültig zu bleiben, erhellt aus folgender Probe. Unter den Versuchen, welche Hr. Melloni für uns angestellt hat, befindet sich einer, bei welchem er den Durchgang der Locatellischen Strahlung durch zwei hinter einander aufgestellte Glasplatten, eine von $8^{mm},274$

und die andere von $6^{mm},230$, bestimmt hat. Klar ist, dafs die hintere Platte von der vorderen nur die durch die langsamen Exponentiellen erzeugte Fluth aufnehmen konnte, und da nicht der genäherte, sondern der vollständige Ausdruck für diese Art von Fluth, von uns nach den bei 8 Millim. gemachten Beobachtungen bestimmt worden ist, so müfste man, falls der Ausdruck richtig ist, daraus den numerischen Werth des Durchlasses der beiden hinter einander aufgestellten Platten herleiten können. Diefs geschah nun auf folgende Weise. Die gesammte Menge der einfallenden Wärme, durch 100 ausgedrückt, gab das System der beiden Platten einen Durchlafs $=42,51$. Allein an der Oberfläche der zweiten Platte fand eine doppelte Reflexion statt, welche man in Rechnung ziehen mufs, um den Fall auf den eines continuirlichen Durchgangs durch eine einzige Platte zurückzuführen. Ich dividirte daher die Zahl durch 0,923, wodurch sie auf 46,0563 gebracht wurde. Nach gemachtem Versuch befand sich die Locatellische Lampe in einem solchen physischen Zustand, dafs die 8,274 Mm. dicke Platte, welche gleichsam als Zeuge diente, nur 51,21 von 100 durchliefs, während in der Reihe, nach welcher unsere Formel für die langsame Fluth construirt ist, das nämliche Glas 59,02 durchliefs. Daher mufs man die Zahl 46,0563 ferner vergröfsern, durch Multiplication mit dem Verhältnifs $\frac{59,02}{51,21}$, was sie auf 53,0623 bringt. Wenn man alsdann nach unserer Formel für die Fluth von langsamer Absorption berechnet, was diese Fluth bei einem Glase von der Dicke $14^{mm},504$, der Dicke unserer beiden Gläser zusammen, liefern mufs, so ergiebt sich 53,076, d. h. ein der Beobachtung so nahe kommendes Resultat, dafs man Mühe hat, eine solche Annäherung für möglich zu halten.

Die Methode der Discussion und Separation der partiellen Fluthen, welche wir so eben beim Glas gebrauch-

ten, haben wir auch auf die übrigen von Hrn. Melloni beobachteten und vorhin (S. 262) in Tafeln gegebenen Reihen von Durchgängen angewandt. Sie hat uns für alle diese Fälle analoge Ausdrücke geliefert, welche bloſs in dem Werth der Constanten verschieden sind, und sich, bei allen damit vorhin genommenen Proben, eben so richtig erwiesen. Diese Analogie in der Form erlaubt uns die Auseinandersetzung, welche wir von ihnen geben wollen, abzukürzen.

Strahlung der Locatellischen Lampe durch klaren Bergkrystall.

Die hyperbolische Entwicklung derselben, welche sehr von der nämlichen Strahlung durch Glas abweicht, besonders hinsichtlich des Werthes der Constanten $m$, von der die Intensitätsvertheilung unter den Bündeln derselben Fluth abhängt, findet man auf S. 281. Beim Uebergange von dieser Entwicklung zu den vollständigen Ausdrücken zeigt sich eine besondere Schwierigkeit, davon herrührend, daſs die Absorption über ein oder zwei Millimeter hinaus ungemein langsam geschieht, wodurch die ferneren Effecte in den übrigen Dicken, welche die Beobachtungen umfassen, kaum merklich werden. Allein glücklicherweise lieſsen sich diese Gränzen weiter ausdehnen mittelst eines Versuchs von Hrn. Melloni über den Durchgang derselben Strahlung durch die beiden dicksten Bergkrystallplatten, die, hinter einander aufgestellt, zusammen eine Dicke von $14^{mm},057$ hatten. Der gesammte Durchgang durch dieses System betrug, nach der Beobachtung, 63,66; allein der Vergleich der Durchgänge durch gleiche Dicken zeigt, daſs in diesem Falle die absolute Intensität der Locatellischen Strahlung stärker war als in der allgemeinen Reihe, im Verhältniſs 1006 zu 1000, so daſs man, um vergleichbare Resultate zu erhalten, die Zahl 63,66 in demselben Verhältniſs verringern muſs; dadurch wird sie 63,28. Um ferner von den successiven

Durchgängen zu einem stetigen Durchgange überzugehen, müssen die Verlüste wegen der Reflexion an beiden Flächen der hinteren Platte ergänzt werden, wie auf S. 443 für das Glas. Dazu gelangt man, indem man die Zahl 63,28 durch 0,923 dividirt, wodurch sie zu 68,50 wird. Nun kann diefs Resultat der auf Seite 263 für Bergkrystall angeführten Reihe von Durchgängen hinzugefügt werden, und es wird darin den Durchgang ausdrücken, der bei einer Dicke von 14$^{mm}$,057 beobachtet werden würde. Sonach haben wir sie angewandt, gemeinschaftlich mit dem bei 7$^{mm}$,0 beobachteten Durchgang, um den Ausdruck für die Fluth von langsamer Absorption zu bestimmen; und mittelst einiger analogen Proben, wie die beim Glase angewandten, sind wir dahin gelangt, den ganzen übrigen Rest der Fluth durch ein einziges Integral so darzustellen, dafs die Unregelmäfsigkeit und Kleinheit der Abweichungen innerhalb der Gränzen der unvermeidlichen Beobachtungsfehler fällt. Wir haben hier nicht, so wenig wie beim Glase, gesucht, kleine Abänderungen in die Constanten einzuführen, wodurch diese Unregelmäfsigkeiten noch mehr verringert worden wären; denn unser Zweck war mehr darauf gerichtet, die Verschiedenheit der partiellen Fluthen und die allgemeine Form der sie repräsentirenden Ausdrücke darzustellen, als in dem numerischen Werthe eine fingirte Genauigkeit zu erreichen, welche die Beobachtungen, wie genau sie auch sind, nicht mit sich bringen können. Durch eine gleichfalls aus physischen Realitäten gezogene Schlufsfolge haben wir ohne Schwierigkeit beim ersten, der Dicke 0 entsprechenden Durchgange eine kleine Abweichung von 0,25 angenommen, weil es geschehen kann und wirklich oft geschieht, dafs eine geringe Veränderung in der Politur der Oberflächen die von den Reflexionen bewirkten Verlüste, wenn auch nur wenig, vergröfsert, und dadurch die Anfangs-Constante 92,3, welche den Durchgang durch die Dicke 0 bei vollkommener Politur ausdrückt, vermindert wird.

Der so für den Bergkrystall erhaltene vollständige Ausdruck wurde einer zu seiner Bestätigung sehr geeigneten Probe unterworfen. Hr. Melloni hat eine Reihe von Durchgängen der Locatellischen Strahlung bei verschiedenen Platten von Rauchtopas beobachtet, unter welchen eine von 86 Millimeter Dicke sich befindet. Aus der Tafel über diese Versuche (S. 265) kann man ersehen, dafs die Intensitäten der so beobachteten Durchgänge bei gleicher Dicke sehr wenig verschieden sind von denen beim klaren Bergkrystall, sobald die einfallende Fluth auf einen gleichen Zustand zurückgeführt ist. Demgemäfs haben wir versucht, ob die langsame Fluth des Bergkrystalls, angewandt auf eine solche Dicke, einen eben solchen, wenn nicht gleichen Durchgang gäbe, wie die vom Hrn. Melloni beim Rauchtopas beobachtete. Und diese Uebereinstimmung findet nun wirklich statt mit einer solchen Annäherung, dafs die Abweichung in die unvermeidlichen Beobachtungsfehler fällt, wozu noch die bei solchen Dicken, selbst bei einem stetigen Krystall ebenfalls unvermeidliche Ungleichheit der Dichte und der inneren Beschaffenheit hinzukommt. Wir haben diefs Resultat der Rechnung den andern nach unsern Formeln berechneten Durchgängen hinzugefügt, wie man aus folgender Tafel ersieht, die keiner Erklärung bedarf.

Durchgang der Strahlung einer Locatellischen Lampe durch klaren Bergkrystall, berechnet durch die vollständigen bestimmten Integrale.

| Millimetrische Abscissen | 0 | 0,25 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Theilweis entwickelbare Fluth von rascher Absorption | 21,88 | 12,26 | 7,59 | 4,93 | 3,42 | 2,42 | 1,86 |
| Vollständig entwickelbare Fluth von langsamer Absorption | 70,17 | 70,10 | 70,04 | 69,97 | 69,90 | 69,83 | 69,77 |
| Gesammte Fluth berechnet | 92,05 | 82,36 | 77,63 | 74,90 | 73,32 | 72,25 | 71,63 |
| Gesammte Fluth beobachtet | 92,30 | 80,56*) | 76,76 | 74,76 | 73,33 | 72,46 | 71,79 |
| Ueberschufs der Rechnung | − 0,25 | + 1,80 | + 0,87 | + 0,14 | + 0,01 | − 0,21 | − 0,16 |

*) In der graphischen Construction der beobachteten Durchgänge steigt bei kleinen Dicken die Curve so rasch, dafs wir die Werthe der correspondirenden Ordinaten nicht mit Sicherheit festsetzen konnten. Um es genau zu thun, mufs man zunächst aus den bei diesen Dicken beobachteten Durchgängen den von der langsamen Fluth herrührenden Theil ableiten, welcher, da er sich mit den ersten Dicken nur äufserst langsam ändert, diese Fluth nur um eine gemeinsame, wie auch sonst beschaffene Gröfse verringert, und so erlaubt besser einzusehen, dafs die geringen Unregelmäfsigkeiten, welche in dem Versuch sich bei den kleinen Dicken eingeschlichen haben, nur von einem unvermeidlichen Mangel im Parallelismus der Flächen der Platten herrühren. So hat man bei der Abscisse $0^{mm},5$ eine kleine Unregelmäfsigkeit dieser Art entdeckt, und durch das Gesetz der Continuität zwischen den vorangehenden Beobachtungen, bezogen auf die gemeinschaftliche $x=0$ entsprechende Angabe 92,3, berichtigt. Nach dieser Berichtigung hat man gesehen, dafs sie von einem bei Reduction der Beobachtung gemachten Rechnungsfehler herrührte. Dieser Fehler, welchen wir hier nicht ausdrücken wollen, bezieht sich in der That auf die dünne Platte von $1^{mm},174$ Dicke. Die zu machende Correction ist additiv, +0,66, und sie macht den Unterschied zwischen der Formel und der Curve, bei dieser Dicke fast ganz verschwinden.

| Millimetrische Abscissen. | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 14 | 86 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Theilweis entwickelbare Fluth von rascher Absorption . . . | 1,11 | 0,71 | 0,47 | 0,33 | 0,23 | unmerklich | |
| Vollständig entwickelbare Fluth von langsamer Absorption | 69,63 | 69,50 | 69,37 | 69,24 | 69,10 | 68,33 | 59,84 |
| Gesammte Fluth berechnet . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 70,74 | 70,21 | 69,84 | 69,57 | 69,33 | 68,33 | 59,84 |
| Gesammte Fluth beobachtet . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 70,79 | 70,19 | 69,79 | 69,49 | 69,33 | 68,58 | 59,02 |
| Ueberschufs der Rechnung . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | + 0,05 | + 0,02 | + 0,05 | + 0,08 | 0,00 | − 0,25 | + 0,82 |

Formel für die Fluth von langsamer Absorption, worin der Index unterhalb des Logarithmen anzeigt, dafs es ein hyperbolischer ist:

$$\zeta_x = -\frac{\zeta_0 w_2^x \left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^x\right]}{x \cdot log_1\left(\frac{w_1}{w_2}\right)}.$$

Die Werthe der Constanten sind:

$$\zeta_0 = 70,17 \; ; \; log\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = 0,99834607 - 1,$$

woraus:

$$log_1\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = -0,003808314 \; ; \; log\, w_1 = 0,0000000.$$

Die Basis $w_2$ kommt der Einheit so nahe, dafs die Abweichung von ihr bei den Dicken, welche die Beobachtungen umfassen, nicht wahrnehmbar ist; man kann also für diese Dickengränzen bei der Berechnung der Durchgänge $w_2 = 1$ annehmen.

Formel für die rasche, theilweis entwickelbare Fluth:

$$\zeta_x = \frac{\zeta_0 b_2^x \left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^x\right]}{x \cdot log_1\left(\frac{b_2}{b_1}\right)}.$$

Werthe der Constanten:

$$\zeta_0 = 21,88 \; ; \; log\, b_2 = 0,90313534 - 1$$

$$log\left(\frac{b_1}{b_2}\right) = 0,1255524 - 1 \; ; \text{ woraus } log_1\left(\frac{b_2}{b_1}\right) = 2,0134900.$$

**Berechnung der Durchgänge der Locatellischen Strahlung durch hinter einander aufgestellte Platten von Glas und Bergkrystall.**

Unter den Beobachtungen dieser Art, welche von Hrn. Melloni gemacht sind, haben wir die ausgewählt, welche mit den dicksten Platten angestellt wurden, weil dabei die Zusammensetzung der durchgelassenen Fluth vereinfacht und die Berechnung ihrer Intensität erleich-

tert wird. Es waren übrigens die nämlichen Platten, welche zu den allgemeinen Reihen angewandt wurden. Die Bergkrystallplatte mafs $8^{mm},122$ und die Glasplatte $8^{mm},274$ in Dicke. Hinter einander, gleichviel in welcher Ordnung, vor einer und der nämlichen Locatellischen Strahlung aufgestellt, betrug der gesammte Durchlafs des Systems 46,51 auf 100 einfallende. Einzeln genommen liefs die Bergkrystallplatte 69,30 durch, und die Glasplatte 52,96.

Obgleich der gesammte Durchgang unabhängig ist von der Ordnung in der Aufstellung der Platten, so sieht man doch, dafs der Gang der Rechnung von dieser Ordnung abhängt, und dafs er einfacher wird, wenn man die Bergkrystallplatte als die vordere annimmt. Daher wollen wir zunächst diesen Fall betrachten. Von 100 einfallenden Strahlen läfst der Bergkrystall dann 69,30 durchgehen und auf die Glasplatte fallen. Wenn diese 69,30 eben so beschaffen wären, wie die unmittelbar von dem Locatelli ausgesandte Wärme, so würden sie in der Glasplatte ganz so zerfallen, wie es diese Wärme thut, d. h. in drei Fluthen, deren anfängliche Intensitäten zu einander in den von unsern allgemeinen Formeln angezeigten Verhältnissen stehen, und deren Auslöschung nach den gleichfalls von diesen Formeln angezeigten Gesetzen erfolgt. Offenbar kann dem aber nicht so seyn, weil die Bergkrystallplatte von der Dicke $8^{mm},122$ einen überwiegenden Antheil von den verschluckbarsten Wärmebündeln auslöscht, so dafs der Rest dem Glase nicht so viele verschluckbare Elemente liefern kann, als die vom Locatelli natürlich ausgesandte Wärme enthält. Auch gäbe die Rechnung, wenn sie in der Voraussetzung einer proportionalen Vertheilung zwischen den drei Fluthen des Glases gemacht wurde, für die gesammte Transmission des Systems einen weit geringeren Werth als beobachtet wurde; und umgekehrt würde man einen weit stärkeren finden, wenn man annähme, dafs die 69,30 zur

Bergkrystallplatte ausfahrenden Strahlen in der Glasplatte dahinter nur die langsam verschluckbare Fluth erzeugen könnten. Daraus folgt, dafs der Bergkrystall in seine eigene langsame Fluth viele Wärmebündel aufnimmt, welche das Glas noch in verschiedene Fluthen zerlegen kann.

Um indefs eine Art vom physischen Mittel zwischen diesen äufsersten Voraussetzungen zu machen, wollen wir annehmen, die 69,30 zur vorderen Bergkrystallplatte ausfahrenden Strahlen seyen durch diese Platte blofs von allen denjenigen befreit, welche im Glase zur rasch verschluckbaren Fluth gehören könnten, so dafs sie sich nur in zwei andere Fluthen zu theilen brauchten. In unserer allgemeinen Tafel (S. 437) haben diese die Anfangswerthe 11,88 und 67,48; allein diefs sind die beobachteten, noch mit dem Einflufs der beiden Reflexionen behafteten Werthe; und die äufseren, von denen sie entspringen, sind respective $\frac{11,88}{0,923}$ oder 12,871 und $\frac{67,48}{0,923}$ oder 73,109; unsere 69,30 äufseren müssen daher in zwei diesen Zahlen proportionale Theile getheilt werden; oder was dasselbe ist, man braucht die beobachtbaren 11,88 und 67,48 nur im Verhältnifs 69,30 zu ihrer äufsern Summe 85,98 zu vermindern, wodurch sie in 9,5753 und 54,389 übergehen. Hierauf mufs man diese neuen Werthe in den Ausdrücken für die beiden Fluthen des Glases (S. 439) substituiren statt der Anfangswerthe $\zeta_0$, welche wir ihnen für eine von aufsen einfallende, 85,98, gleiche Menge beigelegt haben. Allein von diesen Fluthen kann blofs die langsamste zum Theil ein $8^{mm},274$ dickes Glas durchdringen. Die andere, von raschereren Exponentiellen abhängige ist alsdann vollkommen erlöscht, und es bleibt demnach nur der Durchgang, bewirkt von den die langsame Absorption erleidenden 54,385, zu berechnen übrig. Man findet so für diesen Durchgang 47,303 statt der beobachteten 46,35; der Unterschied 0,95 begreift die Fehler der Beobachtung und die der Annahme,

dafs die Bergkrystallplatte alle diejenigen Bündel ausgelöscht habe, welche im Glase der raschesten Auslöschungsweise unterworfen sind.

Ein anderes, anscheinend sehr ungewöhnliches Resultat, welches auf den ersten Blick dem vorhergehenden zu widersprechen scheint, sich aber nach denselben Principien auflöst, ist folgendes. Hr. Melloni machte einen andern Versuch, bei dem die vordere Krystallplatte nur 2$^{mm}$,820 dick war, und für sich einen Durchgang von 72,71 gab. Die hintere Glasplatte war, wie vorhin, immer 8$^{mm}$,274 dick. Indefs war der gesammte Durchgang bei diesem von dem früheren so verschiedenen System noch 46,51, d. h. fast wie vorhin und kaum stärker. Der Grund hievon ist indefs leicht einzusehen durch einen Blick auf die Tafel, S. 447, der partiellen Fluthen, aus denen die gesammte Fluth des Bergkrystalls besteht. Denn man sieht, dafs, bei der Dicke 2$^{mm}$,820, der beobachtete Durchgang noch mehr als zwei Einheiten, entsprechend 2,23 einfallenden, enthält, die in diesem Krystall zur raschen Fluth gehören, so dafs sie darin in einer etwas gröfseren Tiefe erlöschen. Um so mehr werden diese 2,23 Theile im Glase erlöschen, da sie hier nothwendig in die rasch verschluckbare Fluth eintreten; und dann kann der Rest des Durchgangs, da er nur 70,48 enthält, in dem Glase keinen, den früheren um 0,80 übersteigenden Durchgang geben, selbst wenn man, gegen alle physische Inductionen, annehmen wollte, dafs die zum 2$^{mm}$,820 dicken Bergkrystall ausfahrende Wärme eben so gut ihrer Bündel von mittlerer Absorption beraubt sey, als es bei der 8$^{mm}$,122 dicken Platte der Fall ist.

Betrachten wir nun die Durchlässe der nämlichen Systeme bei umgekehrter Stellung derselben, und beginnen mit dem, wo die beiden Platten die gröfste Dicke haben. Alsdann läfst die vordere Platte blofs 52,96 durch, welche aus Bündeln bestehen, die, für sich, fast in der

Fluth von langsamer Absorption begriffen sind. Allein diese Langsamkeit ist noch rascher als die langsame Absorption des Bergkrystalls, so dafs einige der Bündel, um die es sich handelt, sich wohl ein wenig zu verschluckbar finden möchten, um sich genau wie die langsame Fluth fortzupflanzen; und dann wird ein Theil, den man nicht a priori angeben kann, darin bei $8^{mm},122$ Dicke erlöschen, vermöge einer rascheren Absorptionsweise als das erstere Integral angiebt. Um zu erfahren, bis zu welchem Punkt dieser Verdacht gegründet sey, wollen wir die umgekehrte Annahme machen, d. h. annehmen, dafs die vom vorderen Glase ausfahrenden 52,96 Strahlen in dem Bergkrystall durchaus nichts anderes als die langsame Fluth erzeugen. Alsdann finden wir in der Tafel S. 447 die Anfangs-Intensität der beobachtbaren langsamen Fluth ausgedrückt durch 70,17, welche von $\frac{70,17}{0,923}$ oder 76,0238 äufseren herkommen. Da wir hier nur 52,96 haben, so mufs unser allgemeiner Ausdruck für die langsame Fluth des Bergkrystalls in dem Verhältnifs dieser Zahlen vermindert und daraus der der Dicke $8^{mm},122$ entsprechende Durchgang hergeleitet werden.

Dadurch findet man ihn gleich 48,235 statt 46,35, wie ihn die Beobachtung nach der allgemein von Hrn. Melloni beobachteten Bedingung der Wechselseitigkeit liefert. Der Unterschied 1,88 bezeichnet also den gemeinsamen Betrag der Fehler, die etwa herrühren von der Beobachtung, und von der Annahme, dafs die zum vorderen Glase ausfahrenden Strahlen sämmtlich in der hinteren Bergkrystallplatte das Gesetz der langsamsten Absorption befolgen, was wahrscheinlich die eignen wenigstens langsamen Exponentiellen ihnen nicht erlauben werden. Diefs numerische Resultat, zu welchem wir sonach eben gelangten, hätte auch ohne unsere Formel berechnet werden können, wenn man, bei dem Versuch des Hrn. Melloni, die eigene Transmission der Berg-

krystallplatte, welche 69,30 von 100 einfallenden Strahlen natürliche Wärme war, nähme, und diese wirklich ausfahrende Gröfse in dem Verhältnifs 76,0238 zu 52,96 verminderte, wie vorhin. Denn so findet man für die Gröfse, welche zur Platte austreten mufs, 48,27, kaum verschieden von der Zahl 48,235, welche wir so eben durch unsere Formeln für die langsame Fluth gefunden haben. Diese Uebereinstimmung rührt daher, dafs die 69,30, welche wirklich zur Bergkrystallplatte austreten, nicht aus den 100 einfallenden Strahlen natürlicher Wärme entspringen, sondern blofs von dem Antheil dieser 100, welcher die langsame Fluth zu erzeugen vermochte; indem der Rest vor dem Austritt der Platte erlöscht war. Die Uebereinstimmung dieser Proportionalität der Emergenz mit unserer Formel für die langsame Fluth, giebt dieser also eine neue Bestätigung.

Man sieht auch, dafs die vorhergehenden Resultate, gegründet auf die Zerlegung der gesammten Fluth in theilweise Fluthen von ungleicher Durchgänglichkeit so gut wie möglich mit dem Gesetz der Wechselseitigkeit übereinstimmen, welches Hr. Melloni bei allen seinen Versuchen über den Durchlafs vielfacher Platten beobachtet hat. Denn wir finden hier 47,35 für den Durchgang, welcher statt haben mufs, wenn die Bergkrystallplatte die vordere ist, und 48,235, wenn das System umgekehrt worden. Und in diesen beiden Fällen sieht man klar, dafs der kleine Unterschied dieser Resultate von physischen Umständen abhängt, die wir nachweisen können, obwohl wir, wenigstens bei diesem ersten Versuche, nicht im Stande sind das numerische Maafs derselben anzugeben.

### Strahlung der locatellischen Lampe durch gereinigtes Rüböl.

Die hyperbolische Entwicklung läfst sich hier mit grofser Annäherung darstellen, wenn man die Constante

$m+1$ gleich 0,75 oder $m=-0,25$ macht. Man erhält dann die Formel:

$$\zeta_x = \frac{65,291 + 16,05\,x}{x + 0,75},$$

und wenn man die Durchgänge, die daraus entspringen, abzieht von der gesammten Fluth, geben sie den nicht entwickelbaren Theil von rascher Absorption, wie ihn folgende Tafel zeigt:

| Dicke. Millimeter. | Fluth | | Rasche Fluth und Fehler. |
|---|---|---|---|
| | hyperbolische, berechnet. | gesammte, beobachtet. | |
| 0 | 87,054 | 92,300 | +5,246 |
| 0,5 | 58,651 | 64,000 | +5,349 |
| 1,0 | 46,478 | 48,300 | +1,822 |
| 1,5 | 39,716 | 41,000 | +1,284 |
| 2 | 36,412 | 36,050 | +0,648 |
| 3 | 30,248 | 30,550 | +0,302 |
| 4 | 27,258 | 27,750 | +0,492 |
| 5 | 25,308 | 25,650 | +0,342 |
| 6 | 23,936 | 23,850 | −0,086 |
| 7 | 22,918 | 22,600 | −0,318 |
| 8 | 22,132 | 21,700 | −0,432 |
| 9 | 21,508 | 21,200 | −0,308 |
| 10 | 21,000 | 20,950 | −0,050 |
| 11 | 20,578 | 20,850 | +0,272 |

Man sieht, dafs die raschesten Exponentiellen ihren geschwächten Einflufs bis zu 4 und 5 Millimeter ausüben, viel weiter als im Bergkrystall und Glas. Man kann auch einsehen, dafs bei der Dicke 0,5 einige Beobachtungsfehler vorhanden sind, welche die Abnahme, die die Fluth daselbst zeigen müfste, verstecken. In der Berechnung der vollständigen Integrale hat man es etwas genauer gefunden $m+1$ gleich 0,78826 zu nehmen, verschieden, wenn auch nur wenig, von dem eben angewandten. Hier, wie beim Bergkrystall, sind zwei Integrale hinreichend, ohne Zweifel wegen der Langsam-

keit ihrer Auslöschung. Die folgende Tafel zeigt den Fortgang der beiden daraus entspringenden Fluthen:

| Dicke. Millimet. | Fluth gemischt aus langsamen und rasch. Exponentiell. | Fluth ganz aus langsamen Exponentiellen bestehend. | Summe oder gesammte Fluth berechnet. | Summe oder gesammte Fluth beobacht. | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 70,57 | 21,739 | 92,309 | 92,300 | +0,009 |
| 0,5 | 40,997 | 21,606 | 62,603 | 64,000 | —1,397 |
| 1,0 | 27,560 | 21,473 | 49,033 | 48,30 | +0,733 |
| 1,5 | 20,008 | 21,341 | 41,349 | 41,00 | +0,349 |
| 2,0 | 15,251 | 21,213 | 36,463 | 36,05 | +0,41 |
| 3 | 9,68 | 20,95 | 30,63 | 30,55 | +0,08 |
| 4 | 6,61 | 20,70 | 27,31 | 27,75 | —0,44 |
| 5 | 4,72 | 20,45 | 25,17 | 27,65 | —2,48 |
| 6 | 3,47 | 20,21 | 23,68 | 23,85 | —0,17 |
| 7 | 2,61 | 19,97 | 22,68 | 22,60 | +0,08 |
| 8 | 1,99 | 19,73 | 21,72 | 21,70 | +0,02 |
| 9 | 1,54 | 19,50 | 21,04 | 21,20 | —0,16 |
| 10 | 1,21 | 19,27 | 20,48 | 20,95 | —0,47 |
| 11 | 0,95 | 19,04 | 19,99 | 20,85 | —0,86 |
| 50 | un- | 12,50 | 12,50 | 12,50 | 0,00 |
| 100 | merk- | 8,08 | 8,08 | 8,08 | 0,00 |
| 150 | lich | 5,75 | 5,75 | 6,05 | —0,30 |
| 200 | - | 4,39 | 4,39 | 5,33 | —0,94 |

Formel für die Fluth von langsamer Absorption:

$$\zeta_x = \frac{n \zeta_0 \varpi^x_2 \left[1 - \left(\frac{\varpi_1}{\varpi_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1 - \left(\frac{\varpi_1}{\varpi_2}\right)^n\right](x+n)}.$$

Die Werthe der Constanten sind:

$$\zeta_0 = 21,739 \quad n = 0,78826.$$

$$\log\left(\frac{\varpi_1}{\varpi_2}\right) = 0,9892601 - 1 \; ; \; \log \varpi_2 = 0,0000000.$$

Die Basis $\varpi_2$ kommt bei den Dicken, welche die Beobachtungen umfassen, der Einheit so nahe, dafs die Abweichung davon unmerklich ist; man kann also die

Transmissionen bei diesen Dicken in der Annahme $w_2=1$ berechnen.

Formel für Fluth von rascher Absorption:

$$\zeta_x = \frac{n\zeta_0 b_2^x\left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^n\right](x+n)}$$

Die Werthe der Constanten sind:

$$\zeta'_0 = 70{,}57 \;;\; n = 0{,}78826$$

$$\log b_2 = 0{,}9358265-1 \;;\; \log\left(\frac{b_1}{b_2}\right) = 0{,}0000000-2.$$

Man sieht, dafs der Antheil der Fluth, welcher rasch erlöscht, hier weit gröfser ist als im Glase und Bergkrystall. Die unregelmäfsigen Schwankungen in den beobachteten Durchgängen sind hier etwas gröfser als bei den beiden letzteren Substanzen, was von der gröfseren Schwierigkeit der Beobachtungen und einer etwas gröfseren Unsicherheit der Dicke herrührt. Man hat nicht gesucht diese Schwankungen durch eine besondere Wahl der Constanten zu verstecken, was leicht gewesen wäre.

### Strahlung der Locatellischen Lampe durch destillirtes Wasser.

Hier wird die Bedingung der Aequidifferenz sehr annähernd gezeigt, wenn man $m+1=0$ oder $m=-1$ setzt. Nach diesem Werth ist die Formel für die hyperbolische Entwicklung:

$$\zeta_x = \frac{12{,}9775+6{,}515\,x}{x},$$

oder was auf dasselbe hinausläuft:

$$\zeta_x = 6{,}515 + \frac{12{,}9775}{x}.$$

Diese Formel giebt innerhalb der Dickengränzen, wo sie anwendbar ist, folgende Werthe für die Durchgänge:

| Dicke. Millimeter. | Fluth hyperbolische, berechnet. | gesammte, beobachtet. | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|
| 1 | 19,49 | 19,33 | —0,16 |
| 2 | 13,08 | 13,88 | +0,80 |
| 3 | 10,84 | 11,43 | +0,59 |
| 4 | 9,76 | 10,03 | +0,27 |
| 5 | 9,11 | 9,17 | +0,06 |
| 6 | 8,68 | 8,56 | —0,12 |
| 7 | 8,37 | 8,23 | —0,14 |
| 8 | 8,14 | 8,00 | —0,14 |
| 9 | 7,96 | 7,83 | —0,13 |
| 10 | 7,81 | 7,73 | —0,08 |
| 11 | 7,70 | 7,68 | —0,02 |

Man sieht, dafs wenn man sich auf diese Dickengränzen beschränkt, die Beobachtungen so vollkommen dargestellt werden als es die unvermeidlichen Unregelmäfsigkeiten zulassen. Allein diese Form der Entwicklung genügt weder kleineren noch gröfseren Dicken. Blofs die Integral-Ausdrücke haben diesen Vorzug, und ihre Uebereinstimmung mit der Beobachtung erhellt aus folgender Tafel:

Durchgang der Locatellischen Strahlung durch destillirtes Wasser, berechnet durch die vollständigen Werthe der bestimmten Integrale.

| Dicke der Platten. Millimeter | Fluth rasche. | langsame. | Gesammte Fluth berechnet. | beobacht. | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 81,714 | 10,057 | 91,771 | 99,30 | —0,529 |
| 0,5 | 17,29 | 9.903 | 27,193 | 25,08 | +2,113 |
| 1 | 8,50 | 9,752 | 18,251 | 19,33 | —1,081 |
| 2 | 3,40 | 9,460 | 13,360 | 13,88 | —0,52 |
| 3 | 1,73 | 9,272 | 11,002 | 11,43 | —0,43 |
| 4 | 0,98 | 8,892 | 9,872 | 10,03 | +0,158 |
| 5 | 0,586 | 8,650 | 9,236 | 9,12 | —0,116 |
| 6 | 0,366 | 8,402 | 8,768 | 8,56 | +0,208 |
| 7 | 0,234 | 8,153 | 8,387 | 8,23 | +0,157 |

| Dicke der Platten, Millimeter. | Fluth rasche. | Fluth langsame. | Gesammte Fluth berechnet. | Gesammte Fluth beobacht. | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,153 | 7,933 | 8,086 | 8,00 | +0,086 |
| 9 | 0,101 | 7,712 | 7,813 | 7,83 | —0,017 |
| 10 | 0,068 | 7,496 | 7,564 | 7,73 | —0,176 |
| 11 | 0,000 | 7,296 | 7,296 | 7,68 | —0,384 |
| 50 | 0,000 | 3,116 | 3,116 | 2,39 | +0,726 |
| 100 | 0,000 | 1,634 | 1,634 | 1,28 | +0,35 |
| 150 | 0,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Diese Resultate entspringen aus den beiden folgenden Integralen, wobei die Werthe der Constante $m$ etwas verschieden sind von denen in der hyperbolischen Entwicklung angewandten, besonders bei der langsamen Fluth, was als Beispiel zur Bestätigung der Beobachtungen auf S. 275 dienen kann.

Formel für die Fluth von langsamer Absorption; die Bündel dieser Fluth sind alle als von gleicher Intensität angenommen, was giebt $m=0$ oder $m+1=1$; man hat also für diese Fluth:

$$\zeta_x = \frac{\zeta_0 w_2^x \left[1 - \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{x+1}\right]}{\left[1 - \left(\frac{w_1}{w_2}\right)\right](x+1)}.$$

Die Werthe der Constanten sind:

$$\zeta_0 = 10{,}057 \;;\; log\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = 0{,}9728245 - 1 \;;$$

$$log\, w_2 = 0{,}0000000.$$

Hier, wie bei allen vorhergehenden Reihen, ist der Werth von $w_2$ so wenig von Eins verschieden, dafs man ihn für das ganze Dicken-Intervall, welches die Beobachtungen umfassen, gleich $=1$ setzen kann.

Für die Fluth von rascher Absorption hat man genommen:

$$\zeta_x = \zeta'_0 \frac{n b_2^x \left[1 - \left(\frac{b_1}{b_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1 - \left(\frac{b_1}{b_2}\right)^n\right](x+n)}$$

mit den folgenden Werthen der Constanten:
$\zeta'_0 = 81{,}714$ ; $n = 0{,}162518$ ; $\log b_2 = 0{,}8716207 - 1$
$b_1 = 0{,}0000000.$

$b$ ist so klein, dafs man es selbst bei den kleinsten Dicken, bei denen die Beobachtungen noch möglich sind, als unmerklich ansehen kann. Der sehr kleine Werth, den man hier $n$ gegeben hat, scheint etwas besser zu seyn als der Werth $n=0$, welchen die hyperbolische Approximation anzeigte. Da der Theil dieser Approximation, welcher von der Entwicklung des ersten Integrals abhängt, zwischen den Dicken, auf welche er angewandt ist, nur fast constante Werthe liefert, so folgt, wie man S. 275 gesehen, dafs der der Constante $n$ beigelegte Werth darauf nur wenig Einflufs hat; und daraus folgt, dafs wenn man $n$, zur Bildung der hyperbolischen Approximation, den letzteren Werth $n=0{,}162518$ gegeben hätte, statt diese Constante gleich Null zu setzen, man auch noch einen Hyperbelzweig erhalten haben würde, der sich eben so gut und selbst besser noch an die Beobachtungen angeschlossen haben würde, als die gegebene Tafel dieser Entwicklung. Es wäre uns also ein Leichtes gewesen, darin $n$ durch seinen letzten Werth zu ersetzen; allein wir haben es nicht thun wollen, um die Physiker in den Stand zu setzen, durch dieses Beispiel den Grad der besagten Annäherungen einzusehen.

Ueberdiefs sieht man hier, wie beim Rüböl, dafs die Beobachtungen durch ihre Schwierigkeit etwas mehr schwanken als bei starren Platten.

(Schlufs im nächsten Heft.)

## III. *Ueber das periodische Meteor vom* 13. *November; von Hrn.* Biot.

(*Compt. rend.* 1836, *T. II p.* 663) [1]).

Nimmt man aus der *Connaissance des tems* für 1836 die Länge der Sonne für Mitternacht vom 12. zum 13. November, so findet man sie =230° 40′ 53″,8. Zieht man hievon 180° ab, so erhält man 50° 40′ 53″,8 für die Länge der Erde in demselben Augenblick, von der Sonne aus gesehen. Nimmt man andererseits aus meiner »*Astronomie*« die Länge des aufsteigenden Knoten vom Sonnenäquator, wie ich sie aus den Beobachtungen von Messier hergeleitet habe, und reducirt man sie auf die nämliche Epoche, so findet man sie =71° 34′ 0″. In der Nacht vom 12. zum 13. November macht also der Radius, gezogen von der Sonne zur Erde, mit dem aufsteigenden Knoten des Sonnenäquators in der Ebene der Ekliptik einen Winkel, welcher dem Unterschiede beider Längen gleich ist, oder =20° 53′ 6″. Die in ihrer Bewegung alsdann gegen die ersten Sterne des Löwen gerichtete Erde [2]) nähert sich der Ebene dieses Aequators, von der sie um einen Abstand 16 Mal geringer als der Halbmesser der Mondsbahn entfernt ist, und sie durchschneidet dieselbe am 3. December. Diese Zahlenwerthe können einigen Abänderungen ausgesetzt seyn, weil die scheinbare Bewegung der Sonnenflecke, aus welcher die Rotation der Sonne und die Lage ihres Aequa-

1) Hr. Biot verweist eingangs dieser Abhandlung auf die früheren Aufsätze des Hrn. Olmsted (Ann. Bd. XXXIII S. 189 und Bd. XXXVIII S. 555), welche ihn auch, wie es scheint, auf die hier ausgesprochenen Betrachtungen hingeleitet haben. *P.*

2) Zwischen $\xi$ und $\sigma$ des Löwen, abgesehen von der Excentricität.

tors abgeleitet ist, keine ganz genauen Messungen zuläfst, und vielleicht hat dieser Umstand, verbunden mit dem geringen Nutzen, welchen man von diesem Phänomen für die practische Astronomie erblickte, neuere Beobachter abgehalten, die Messungen mit der Genauigkeit anzustellen, welche sie ihnen geben konnten. Wie dem auch sey: die vorstehenden Schätzungen können nur in sehr geringem Grade fehlerhaft seyn, denn sie liefern für den Sonnenäquator eine Lage, die kaum von der abweicht, welche Domenico Cassini ein Jahrhundert zuvor gegeben hat.

Nun hat dieser grofse Astronom entdeckt, dafs der Sonnenkörper umgeben ist von einer ungeheuren Nebelmasse, die, einem weifslichen Scheine ähnlich, sich in der Richtung seines Aequators, bis zu einer grofsen Entfernung, rings um ihn verbreitet. Die Gränzen dieses Nebels sind offenbar keiner ganz genauen Bestimmung fähig. Wir können ihn erst in der Gegend des Himmels erblicken, wo er durch seine Ausdehnung und Tiefe eine hinreichende Menge von Strahlen in unsere Augen sendet, um sichtbar zu werden; und ohne Zweifel erstreckt er sich noch materiell über die Gränzen seiner Sichtbarkeit hinaus. Dafs er im Allgemeinen wie eine doppelte Lanzenspitze oder wie zwei entgegengesetzte, mit ihren Grundflächen auf der Sonne stehende Pyramiden aussieht, ist daher nur eine optische Wirkung, erzeugt durch die Projection seiner sichtbaren Umrisse auf den Himmel. Indefs kann man durch das Studium der verschiedenen Aspecten, welche er während des jährlichen Umlaufs der Erde um die Sonne darbietet, eine zuverlässige Kunde von seiner allgemeinen Gestalt, seiner Vertheilung rings um die Sonne, und seiner Lage in Bezug auf die von der Erde beschriebenen Ekliptik erlangen. Domenico Cassini studirte ihn so, unausgesetzt vom Frühling 1683 bis zu Anfang 1693; und aus seinen gesammten Beobachtungen, die er zehn Jahre lang mit eben so viel Scharf-

sinn als Ausdauer verfolgte, zog er den Schlufs, dafs die in Rede stehende Nebelmasse, die Form eines sehr abgeplatteten, fast linsenförmigen Sphäroïds habe, dessen Pole auf der Rotationsaxe der Sonne liegen, während sein Aequator sich, in der Ebene des Sonnenäquators, weit über die Bahnen von Mercur und Venus erstrecke, da der Nebel in gewissen Fällen sogar jenseits der Erdbahn sichtbar sey. Ich sage, in gewissen Fällen, denn aufser zufälligen Veränderungen in der Sichtbarkeit, erzeugt durch gröfsere oder geringere Klarheit der Luft, konnte Cassini sich nicht enthalten zu glauben, dafs dieser Schein zu Zeiten wahrhafte und bedeutende Veränderungen in seiner Ausdehnung und Helligkeit erleide; in dieser Beziehung hält er es z. B. für unmöglich, dafs er das Phänomen nicht schon bei gewissen sehr genauen Beobachtungen, die er 1665, 1668 und selbst 1681 genau in der Gegend des Himmels, wo es hätte erscheinen müssen machte, nicht entdeckt haben sollte, wenn es damals so sichtbar gewesen wäre wie 1683 [1]). Er glaubt auch, dafs es nicht immer genau kreisrund sey, eben so wenig wie symmetrisch in seiner Vertheilung um die Sonne. Da übrigens die Coincidenz seines gröfsten Durchschnitts mit der Ebene des Sonnenäquators dem Phänomen eine Neigung von fünf bis sechs Grad gegen die Ebene der Ekliptik giebt, so findet es sich innerhalb den Gränzen des Thierkreises (Zodiacus) eingeschlossen, und daher ertheilte er ihm den Namen Zodiacallicht (Thierkreislicht), welchen die Astronomen bisher beibehalten haben.

Ungeachtet aller Sorgfalt und Geschicklichkeit Cassini's können die Bestimmungen der Neigung und Richtung gegen die Ekliptik nur als approximativ angesehen

1) *Découverte de lumière qui paraît dans le zodiaque; par* Dominique Cassini. *Mémoires de l'ancienne Académie des Sciences, T. VIII p.* 131. *Ibid. p.* 165. 166. 167.

1) *Ibid. p.* 205.

werden; auch läfst die Natur der Erscheinung keine gröfsere Genauigkeit darin zu. Es könnte daher wohl der gröfste Durchschnitt der Nebelmasse etwas abweichen von der Ebene des Sonnenäquators, und ihr Durchschnitt mit der Ekliptik (*trace sur l'écliptique*) nicht genau mit dem dieses Aequators zusammenfallen; so dafs zur Zeit des 12. bis 13. Novembers die Entfernung der Erde von diesem Durchschnitt vielleicht etwas gröfser oder kleiner wäre als sie vorhin berechnet wurde. Diefs schwächt indefs nicht die Betrachtungen, die ich in dem Folgenden aufzustellen gedenke, da es dabei nicht auf den absoluten Werth dieser Elemente ankommt. Cassini, da er für sie eine unausgesetzte und beständige Uebereinstimmung mit den successiven Aspecten der Nebelmasse fand, mufste sie ihr innerhalb der Gränzen von Unsicherheit, die seine Beobachtungen mit sich führten, beilegen. Auch konnte er für dieselben Gränzen mit Recht sagen: »Wären die Bahnen des Mercurs und der Venus sichtbar (materiell in der ganzen Ausdehnung ihrer Fläche) [1]), so sähen wir sie beständig von derselben Figur, in derselben Lage gegen die Sonne, und zu denselben Zeiten im Jahre wie das Zodiakal-Licht [2]).« Und wirklich sind die Knoten und die Neigungen dieser beiden Planeten, besonders der Venus, so wenig von der des Sonnen-Nebels verschieden, dafs der Unterschied nicht durch dergleichen Beobachtungen wahrgenommen werden kann, es wäre denn mit Hülfe von Vorsichtsmafsregeln und Verfahrungsarten, die man bisher noch nicht angewandt hat,

Zur Zeit als Cassini diefs Phänomen mit so vieler Beharrlichkeit studirte (1683 bis 1693) waren die wah-

1) Die Worte zwischen den Klammern sind von mir hinzugefügt, um der Idee, welche Cassini aussprechen wollte, den richtigen Sinn zu geben. *B.*

2) *Découverte de la lumière zodiacale etc. p.* 155.

wahren Gesetze der Mechanik in den Himmelsbewegungen schon durch das Werk von Newton aufgedeckt. Allein die in diesem bewundernswürdigen Werke enthaltenen Principien und Methoden waren zu schwer verständlich, und verbreiteten sich erst zu spät, als dafs dieser grofse Astronom sie schon anwenden konnte. Cassini konnte also blofs muthmafsen, dafs der Sonnennebel aus einer unzählbaren Menge kleiner, wie Mercur und Venus, um die Sonne laufender Planeten bestehe [1]). Später äufserte er die Idee, es sey die Atmosphäre der Sonne selbst, die sich rings um diese im Sinne ihres Aequators so weit ausgebreitet habe. Allein diese Hypothese ist den Gesetzen der Mechanik zuwider. Denn da alle Theile einer Atmosphäre sich gleichzeitig mit dem von ihnen eingehüllten Himmelskörper umdrehen müssen, so würde die Rotation der äufsersten Punkte des Nebels in 25,5 Tagen erfolgen müssen, wie die der Sonne selbst. Wenn aber die Umlaufsbewegung des Mercurs, welche in 88 Tagen erfolgt, schon eine Centrifugalkraft erzeugt, welche, bei dessen Entfernung, bereits die Anziehung der Sonne aufwiegt, so wird ein Umlauf von 25,5 Tagen bei einer gleichen oder gröfseren Entfernung, ohne äufseren Druck, offenbar die so rotirenden Theilchen in den Raum fortschleudern; daraus folgt, dafs die Theilchen der Sonnenatmosphäre sich nicht einmal bis zur Bahn des Mercurs erstrecken können, während doch die sichtbare Materie des Nebels gewöhnlich die Bahn der Venus und zuweilen gar die der Erde überschreitet. Ueberdiefs mufs auf der freien Oberfläche jeder Atmosphäre die Resultante aus der Centrifugalkraft und Anziehungskraft normal seyn an allen Punkten derselben; und daraus folgt, dafs die Polaraxe nicht kleiner als zwei Drittel der Aequatorialaxe seyn kann [2]), wogegen der Sonnennebel so abge-

1) *Découverte de la lumière zodiacale etc. p.* 206.

2) *Mécanique céleste, T. II p.* 169.

plattet ist, dafs er fast verschwindet wie der Ring des Saturns, wenn die Erde durch seine Knoten geht und ihn von seiner Schneide (*par son tranchant*) sieht [1]). Aus diesen beiden Resultaten der Mechanik schliefst Laplace, wie Cassini, aber mit gegründeterer Vermuthung, dafs die Materie der Nebelmasse nicht die Sonnenatmosphäre sey, und dafs die Theilchen dieses Nebels um die Sonne kreisen, wie es Planeten in gleichen Abständen von dem Mittelpunkt thun würden [2]); denn einleuchtend ist übrigens, dafs sie sich ohne Hülfe einer Centrifugalkraft, welche sie verhindert, sich auf die Sonne zu stürzen, sich nicht halten könnten.

Betrachten wir nun die Erde in den ersten Tagen des Novembers, wenn sie sich dem aufsteigenden Knoten des Sonnennebels nähert; und wählen wir eine Epoche, wo der Nebel, sey es vermöge seiner gewöhnlichen Dimensionen oder vermöge einer zufälligen Expansion, mit seiner äufsersten, sichtbaren oder unsichtbaren Gränze sich materiell bis zur Erdbahn, oder, wie man es mehrmals beobachtet hat, darüber hinaus erstreckt. So wie nun die Erde sich diesen kleinen planetarischen Theilchen nähert, gerathen sie unter den Einflufs ihrer Anziehungs-

1) *Decouverte de la lumière zodiacale*, *p.* 163. — Im J. 1685 gegen den 9. Mai hörte Cassini auf das Zodiakallicht zu sehen, und er erblickte es erst wieder am 29. Aug.; allein 1686 verfolgte er es bis zum 13. Mai. und es schien ihm, von der Sonne ab, eine Länge von 93° zu haben, wonach seine sichtbare Gränze über die Erdbahn hinausgehen würde. Er schlofs daraus, dafs es sich in 37 Monaten um 30° bis 33° vergröfsert habe. Es giebt übrigens zwei geometrische Ursachen, welche diefs Licht im Allgemeinen im Mai weniger sichtbar machen müssen als im November, die eine, unseren europäischen Klimaten angehörige, ist die längere Dauer der Dämmerungen; die andere, allen Klimaten gemeinsame, ist die gröfsere Entfernung der Erde von der Sonne zur ersteren Zeit bei der gegenwärtigen Lage der Erd-Ellipse.

2) *Mécanique céleste*, *T. II p.* 170. — *Système du Monde*, 5. *edit. p.* 415 *et* 416.

kraft, und je nach ihrer Lage, der Richtung ihrer Bewegung und ihren jedesmaligen Abständen, werden die Bahnen, welche sie um die Sonne beschreiben, schon vor der Berührung gestört werden, wie es mit dem Komet von 1770 der Fall war, als er, drei Jahre zuvor, in seinem Aphel nahe beim Jupiter vorbeiging; denn die störende Wirkung dieses Planeten gab ihm damals eine Bahn, welche ihn uns 1770 sichtbar machte und selbst sehr nahe bei der Erde vorbeiführte; allein da diese Bahn, gemäfs welcher er einen Umlauf von 5,5 Jahre erhielt, ihn zum zweiten Male sehr nahe beim Jupiter vorbeiführte und sogar durch das Satellitensystem dieses Planeten, so wurde seine Bewegung abermals abgeändert, in dem Maafse, dafs er eine ganz andere Bahn annahm, und sich unseren Blikken entziehen, wahrscheinlich für immer von uns entfernen mufste. Aehnliche Veränderungen, nur verschiedenartiger und unendlich zahlreicher, müssen in den Bahnen der Theilchen des Sonnennebels vorgehen, sobald die Erde sich, bei den vorhin näher angegebenen Umständen von Ausdehnung und Nähe, den aufsteigenden Knoten derselben nähert; und man könnte sie selbst in Zahlen berechnen, wenn die Elemente der Bahnen und die Lage, welche die Theilchen in denselben einnehmen, für den Novembermonat bekannt wären, wo die Erde sich ihren Knoten nähert, gleichzeitig wie sie es thun. Nun fehlen uns zwar diese Data, allein es ist einzusehen, dafs die Nebeltheilchen wegen der Nähe an ihren Knoten und wegen ihres Abstandes von der Sonne, der beinahe dem der Erde gleich ist, eine Umlaufsgeschwindigkeit haben müssen, welche der der Erde fast gleich kommt, fast zusammenfällt mit ihr in der Projection auf die Ekliptik, nur nach Norden von dieser Ebene gerichtet ist gegen einen wenig von ϑ des Löwen verschiedenen Punkt [1]). Daraus

1) Länge des aufsteigenden Knotens vom Son-

folgt, vermöge einer mechanischen Nothwendigkeit, dafs die Erde, bei ihrer Annäherung an diese Knoten im Monat November, durch ihre Anziehung die Knoten dieser Bahnen, von denen die Theilchen dann einen gewissen Abstand haben, abändern müsse; dafs sie eine gewisse Anzahl dieser Theilchen in ihre Atmosphäre herabziehen müsse; dafs sie andere vorbereiten müsse bei folgenden Umläufen, aufserhalb ihrer ursprünglichen Knoten, getroffen zu werden; und dafs sie noch andere endlich unter verschiedenen Neigungen in den Thierkreis oder andere Gegenden des Himmels fortschleudern müsse. Diejenigen Theilchen, deren die Erde sich bemächtigt (*absorbera*), fallen in Richtungen auf deren Oberfläche, die sehr verschieden seyn können. Indefs da die Erde im November sich ihrem Perihele nähert, so überschreitet wahrscheinlich ihre Umlaufsgeschwindigkeit die mittlere derjenigen, welche die Nebeltheilchen bei demselben Abstande von der Sonne haben, so dafs, wenn diese, etwas vor jener, jenseits ihres aufsteigenden Knotens befindlich wären, und jene sich diesem Knoten näherte, sie dieselben einholen oder sich ihnen so weit nähern könnte, dafs sie dieselben an sich zöge und absorbirte. Alsdann würde diese Richtung des Falls, welche die häufigste

| | |
|---|---|
| nenäquator, wie ich sie aus meinen Beobachtungen abgeleitet | 2s 11° 34′ |
| hinzugefügt | 3 |
| Erhält man die Länge der Geraden, die, in dieser Ebene, senkrecht steht auf der Knotenlinie | 5s 11° 34′ |
| Die Neigung dieser Geraden in der Ekliptik gegen den Nordpol ist die Neigung der Ebene des Sonnenäquators gegen die Ekliptik, oder | 6° 22′ nördl. |
| Nun hat man nach der Rechnung von Chabrol | |
| Länge von ϑ des Löwen | 5s 11° 7′ 36″,6 |
| Breite - - - - | 9° 40′ 31″ nördl. |

Die Gerade, um welche es sich handelt, liegt also fast in demselben Breitenkreise wie ϑ des Löwen, aber näher an der Ekliptik.

werden könnte, entgegengesetzt seyn der eigenen Bewegung der in ihren Bahnen aufsteigenden Nebeltheilchen, oder vielmehr, es würde eine Richtung erfolgen, zusammengesetzt aus dieser Bewegung und der eignen Bewegung der Erde, ein Resultat, übereinstimmend mit dem, welches Hr. Olmsted aus der Gesammtheit der über das Meteor von 1833 gemachten Beobachtungen gefolgert hat.

Die vorstehenden Betrachtungen bedingen keinesweges, dafs diefs Meteor jedesmal, wenn die Erde zu demselben Punkt ihrer Bahn zurückkehrt, d. h. am 13. November, mit gleicher Intensität erscheinen müsse. Im Gegentheil wird jedes Erscheinen desselben das Material, aus welchem es besteht, erschöpfen, und eine Wiederholung schwieriger machen, sobald es nicht durch eine neue Aussendung von Nebelmasse, wie Cassini glaubt dafs sie gegen das J. 1683 stattgefunden habe, ersetzt wird; auch zeigen die Beobachtungen über seine letztere Wiederkunft darin dergleichen Unregelmäfsigkeiten. Man darf aus seiner jährlichen Wiederkehr auch nicht schliefsen, dafs es am diametral entgegengesetzten Punkt der Erdbahn, d. h. bei 230° 40′ 54″ heliocentrischer Länge, wo die Erde gegen den 10. Mai anlangt, ebenfalls erscheinen müsse. Denn diefs würde nur in dem höchst besonderen Fall stattfinden, dafs die meteorischen November-Planeten Ellipsen beschrieben, die der der Erde genau gleich wären, und ihre Knoten in gleicher Entfernung vom Perihel liegen hätten. Bei gegenwärtiger Lage ihrer Ellipse ist die Erde am 10. Mai entfernter von der Sonne als am 13. November, um mehr als fünfhundertzwanzig Erdhalbmesser oder fast das Neunfache des Halbmessers der Mondsbahn. Es würde also die Erde sich zu der zweiten Zeit (10. Mai) um diese ganze Gröfse jenseits der November-Planeten befinden, wenn diese z. B. kreisrunde Bahnen beschrieben, und ihre geschwächte Wirkung könnte dann blofs die Neigung ihrer Ebenen

und die Lage von deren Knoten auf der Ekliptik, so wie deren Entfernung von der Sonne etwas abändern; allein sie würde sie nicht bei diesem Umlauf absorbiren. Zwar kann der Sonnennebel sich auch bis zu dieser Entfernung erstrecken und dann der Erde andere Theilchen darbieten; allein nach der Linsenform, welche er immer zeigt, wird er dabei dünner oder lockerer seyn als zur Zeit des Durchgangs der Erde durch seinen aufsteigenden Knoten, und diefs mufs die Möglichkeit der Absorption verringern. Das Maximum dieser Unähnlichkeit mufs statt haben, wenn das Perihel der Erdbahn mit dem aufsteigenden Knoten des Sonnenäquators zusammenfällt; allein wegen der Langsamkeit, mit welcher das Perihel fortrückt, verliert sich diese Epoche in der Nacht der Zeiten [1]).

Die beiden unteren Planeten, Mercur und Venus, durchschneiden ebenfalls bei jedem ihrer Umläufe zwei Mal den Sonnennebel; allein da sie der Sonne weit näher sind als der Erde, so geschehen diese Durchgänge in den Theilen des Nebels, welche beständig sichtbar, folglich dicker sind. Wegen der Knoten und der Neigungen ihrer Bahnen entfernen sich diese Planeten nur wenig von der Ebene des Nebels, von dem sie sonach gewissermafsen nur die massiven Theile ausmachen. Die

1) Nachdem er seine vom Anfange 1687 bis zum April desselben Jahres gemachten Beobachtungen über das Zodiakallicht beschrieben, bemerkt Cassini, dafs man in dem folgenden Monat, im Mai (wo die Erde durch den niedersteigenden Knoten des Sonnenäquators geht), von Feuerkugeln, die in Frankreich, Deutschland, Ungarn und Sicilien am Himmel erschienen seyen, habe sprechen gehört. Er beschreibt zwei von ihm beobachtete, die von Ost nach West gingen, und er schliefst seinen Bericht mit den Worten: Man hatte kurz hernach aus mehren Provinzen verschiedene Berichte von ähnlichen Feuerkugeln, die zu verschiedenen Tagen desselben Monats erschienen waren; man erinnerte sich nicht eine so grofse Anzahl in so kurzer Zeit gesehen zu haben. (*Découverte de la lumière zodiacale*, p. 191 und p. 192.)

Vereinigung dieser Umstände muſs folglich für sie ein Zusammentreffen mit demselben herbeiführen und analoge Störungen veranlassen, wie wir sie so eben für die Erde nachwiesen. Die Folge hievon muſs seyn, daſs unzählig viele Nebeltheilchen in Ebenen, die wenig gegen die Ekliptik neigen, zerstreut werden, wo die Erde ihnen dann zufällig in allen Punkten ihres Laufs begegnen kann. Wenn die materielle Beschaffenheit des Nebels gegenwärtig keine Veränderungen mehr erleidet, so muſs die Ausstreuung der auf oder nahe bei der Bahn beider Planeten liegenden Theilchen schon längst fast ganz beendigt seyn, und ihre gegenwärtigen, definitiv gewordenen Bewegungen scheinen dadurch nicht mehr merklich geändert werden zu können. Wenn dagegen die Nebelmasse noch jetzt zufällige Veränderungen (*revolutions*) erleidet, wie Cassini vermuthet, so werden die beiden Planeten schwerlich auf die Länge einem wahrnehmbaren Einfluſs entgehen; und dieſs wird vielleicht die sicherste Anzeige dieser Veränderungen seyn. Unglücklicherweise kann uns die Vergangenheit nicht über diesen Punkt belehren; denn unsere heutigen Ephemeriden der Venus und des Mercurs sind nach Beobachtungen construirt, die höchstens ein Jahrhundert zurückgehen; und die älteren Beobachtungen scheinen zu ungenau zu seyn, um zur Prüfung derselben dienen zu können. Wenn aber solche Veränderungen wirklich statt haben, wird uns die Zukunft sie ohne Zweifel kennen lehren, indem sie zeigen wird, daſs die jetzt den Bahnen beider Planeten beigelegten Elemente seculäre Veränderungen erleiden, verschieden von denen, welche nach der bloſsen Einwirkung der schon bekannten planetarischen Körper eintreten müssen. Obgleich wir nicht wissen, wie oder durch welche Ursachen so groſse Umwälzungen noch gegenwärtig in dem Sonnennebel geschehen können, so ist doch kein Grund, sie für unmöglich zu halten. Unzweifelhaft geschehen unter unsern Augen unermeſsliche Veränderungen auf der Son-

nenoberfläche, da wir sie zu Zeiten mit Flecken, gröfser als die Erde, bedeckt finden, die in einigen Tagen verschwinden, während sie zu anderen Zeiten Monate lang beharren, und zu noch anderen Zeiten ganz fehlen. Bis in welche Entfernung können sich die Ursachen dieser Umwälzungen erstrecken? Sicher sind es nicht minder aufserordentliche, und, wie es scheint, ziemlich analoge Umwälzungen, welche ringsum gewisser Kometen stattfinden, wenn sie in ein leuchtendes Paraboloid sich einhüllen, dafs sich bis zu 80000 Meilen weit von ihrer inneren Nebelmasse erstreckt und von dieser durch einen Raum ohne sichtbare Materie geschieden ist, wie sich aus Olbers's und Herschel des Vaters Beobachtungen am grofsen Kometen von 1811 schliefsen läfst, ein Phänomen, welches in unermefslichen Entfernungen von der Sonne vor sich ging, anhielt, und bei diesen Entfernungen rasche Veränderungen zeigte, die ihm ohne Zweifel eigen waren, und welches Herschel d. S. neuerlich auch am Halley'schen Kometen, lange nach dessen Durchgang durch das Perihel, in einigen Stunden entstehen sah. Die Analogie dieser Thatsachen mit den von Cassini im Sonnennebel vermutheten Veränderungen, nimmt also diesen den Schein der Unmöglichkeit; und darum scheint mir Hr. Arago Recht zu haben, da er, sich stützend auf dieselbe Analogie, den Officieren der Bonité ein achtsames Studium der Veränderungen dieses Nebels empfiehlt.

Ich schliefse nicht aus vorstehenden Betrachtungen, dafs das Meteor vom 13. November in dem Zusammentreffen der Erde mit gewissen Theilen des Sonnennebels, in den Störungen derselben durch sie, sicher ihren Grund habe. Ich behaupte weder noch verwerfe ich diese Identität. Ich wollte blofs zeigen, dafs die Erde am 13. Nov. sich nahe beim aufsteigenden Knoten der Nebelmasse befindet, dafs sie gegen denselben sich bewegt und ihn bald darauf durchschneidet; dafs sie bei dieser Lage und Bewegung sicher durch ihre Anziehung und durch ihr Zu-

sammentreffen auf die materiellen Theile des Metalls wirken mufs, welche sich zur nämlichen Zeit nahe beim aufsteigenden Knoten ihrer Bahnen, und ganz oder beinahe eben so weit als die Erde von der Sonne befinden; daraus würden Erscheinungen entspringen, die, was Richtung und Zeit betrifft, mit denen zusammenfielen, welche das periodische Meteor vom 13. November dargeboten hat. Endlich habe ich angemerkt, dafs der stete Durchgang des Mercurs und der Venus durch weit mehr der Mitte zu liegende Gegenden der Nebelmasse unzählige Mengen von deren Theilchen in wenig gegen die Ekliptik geneigte Bahnen nach allen Richtungen fortschleudern mufste und vielleicht noch mufs, so dafs die Erde sie zufällig auch in anderen Punkten ihrer Bahn antrifft. Obgleich diese Deductionen mir einleuchtend und als nothwendige Folgerungen aus den Thatsachen und den Anziehungsgesetzen erscheinen, so gebe ich sie hier doch mit grofser Zurückhaltung, wohl wissend, wie leicht man sich bei dergleichen Gegenständen durch die wahrscheinlichsten Analogien täuschen kann, sobald man ihre Realität durch einen strengen Calcül nicht prüfen kann. Allein man würde auch fast niemals neue Schritte in den physischen Wissenschaften thun, man würde niemals wagen von fern her Beziehungen zu ahnen, wenn man die Thatsachen erst dann zu verknüpfen suchen wollte, wenn der Calcül in aller Strenge auf dieselben angewandt werden könnte. Diefs wird mir zur Rechtfertigung dienen, dafs ich mich den vorstehenden Betrachtungen hingegeben habe.

Uebrigens habe ich kaum nöthig zu bemerken, dafs alle dem Meteor vom 13. November eigenthümlichen Umstände der Lage, Richtung und Periodicität vor mehren Jahren von Hrn. Olmsted in einer sehr ausführlichen und höchst interessanten Abhandlung beschrieben worden sind [1]). Hr. Olmsted schreibt diefs Phänomen einer

1) Annal. Bd. XXXIII S. 189.

meteorischen Wolke zu, die in einer um etwe 7° gegen die Ekliptik geneigten Bahn um die Sonne kreise. Diefs ist auch nahe die Neigung des Sonnenäquators und des Sonnennebels. Damit das Meteor die Erde am 13. November treffe, giebt er ihm in seinem aufsteigenden Knoten gleichen Abstand von der Sonne; allein, da er nur ein Zusammentreffen an diesem Punkt und nicht am entgegengesetzten Knoten haben will, so giebt er dem Meteor einen Umlauf von sechs Monaten in einer Ellipse, deren Aphel dem Knoten vom 13. November entspricht. Diese, übrigens wenig wahrscheinliche, Besonderlichkeit scheint mir nicht nothwendig für die Hypothese, denn es scheint mir, dafs jede Ellipse, die in ihrer Abplattung oder der gegenwärtigen Lage ihres Perihels hinreichend verschieden ist von der Erdbahn, ebenfalls und allgemeiner dieselben Bedingungen erfülle. Auch glaubt Herr Olmsted, dafs das Meteor vom 13. November 1833 eine Beziehung zum Zodiakallicht gehabt haben könne, wie man aus einem, anfangs dieses Jahres bekannt gemachten Zusatz zu seiner ersten Arbeit ersehen kann [1]); und er macht sogar zum Belege dieses Zusammenhangs die Bemerkung, dafs das Zodiakallicht im November 1833 ungewöhnlich deutlich gewesen wäre, weit stärker als zur selben Zeit im J. 1834 und 1835. Allein er schliefst, die Meteorwolke könnte wohl dieses Licht selbst gewesen seyn, welches nur im November deutlicher und gröfser geworden, weil man es in seinem Aphel von der Erde aus in einem geringeren Abstande und in Conjunction mit der Sonne gesehen habe; statt dessen es sechs Monate später, gegen den 10. Mai, wo es zu demselben Knoten mit der Ekliptik zurückgekehrt, die Erde aber auf die andere Seite der Sonne übergegangen sey, in Opposition und aus einer gröfseren Entfernung, folglich unter einem kleineren scheinbaren Durchmesser, ge-

1) *American. Journ. and arts*, *T. XXIX p.* 376. (Annalen, Bd. XXXVIII S. 555.)

sehen werde. Allein diese rein optischen Veränderungen, welche bei allen Stellungen der Erde nach dem Gesetze der Perspective auf einander folgen müfsten, scheinen mir unverträglich mit dem Ansehen des Zodiakallichts zu verschiedenen Zeiten des Jahres, wie es Cassini durch die lange Reihe seiner Beobachtungen erwiesen hat. Indefs will ich Anderen diese Discussion überlassen, und dafür lieber Hrn. Olmsted Dank sagen, dafs er alle beobachtbaren Elemente eines so sonderbaren Phänomens mit solcher Sorgfalt gesammelt hat. Das allgemeine Interesse, welches Hrn. Arago's Instructionen in Betreff der Reise der Bonité gefunden haben, werden die charakteristischen Elemente dieses Phänomens vermehren; und die Analogie dieser Thatsachen mit denen, welche Hrn. Valz, gegenwärtigen Astronomen zu Marseille, schon beschäftigt haben, können die Hoffnung erregen, dafs ihre Beziehungen mit den Sonnenflecken [1]) und den möglichen Expansionen des Sonnennebels werden künftig mit eben so viel Genauigkeit als Scharfsinn studirt werden. Wenn die vorstehenden Speculationen hiezu Einiges beitragen können, haben sie den Zweck erreicht, den ich dabei im Auge hatte.

1) Cassini bemerkt, dafs seit dem J. 1682, wo dieses Licht anfing schwächer zu werden, keine Flecken auf der Sonne erschienen, während sie in den früheren Jahren, wo dasselbe eine grofse Intensität besafs, häufig waren. (*Découverte de la lumière zodiacale, p.* 209.)

## IV. *Ueber die natürlichen Farben der Körper; von Sir David Brewster.*

(*Phil. Mag. N. S. Vol. VIII p. 468.*)

Wenige Anwendungen der Optik sind wohl so allgemein interessant als die, welche die Entdeckung der natürlichen Farben der Körper zum Gegenstande hat. Newton war der erste, welcher wagte, alle in der Natur vorkommende Farbenverschiedenheit auf ein allgemeines Prinzip zurückzuführen, und er sprach seine Ansichten über diesen Gegenstand mit einem Vertrauen auf ihre Richtigkeit aus, welches seine Gegner verwirrt zu haben scheint; denn während seine Zerlegung des Lichts, die vollkommenste aller seiner Arbeiten, ihn in die verdriefslichsten Streitigkeiten verwickelte, liefs man die unvollkommenste seiner Speculationen ohne Prüfung oder Kritik hingehen.

Während des Jahrhunderts, das seit dem Tode von Newton verflossen ist, hat man seine Theorie allgemein angenommen und bewundert. In unsern Tagen ist sie sogar durch Biot sinnreich vertheidigt und niedlich erläutert, und mit wenigen Ausnahmen ist sie von den ausgezeichnetsten Physikern der Gegenwart angenommen.

Der Urheber dieser Theorie hat sie unter den beiden folgenden Sätzen aufgestellt, von denen der eine die allgemeine Ursache der Erscheinungen, und der andere die besondere Beschaffenheit der Körper, von welcher ihre Farbe abhängt, angiebt.

1) »Jeder Körper reflectirt die Strahlen seiner eigenen Farbe reichlicher als die übrigen, und von deren Ueberschufs oder Vorwalten in dem reflectirten Licht erhält er seine Farbe.«

2) »Die durchsichtigen Körper reflectiren, je nach

ihrer Gröfse, Strahlen der einen Farbe, und lassen die der andern durch, aus demselben Grunde, aus welchen dünne Platten oder Seifenblasen Strahlen zurückwerfen oder durchlassen.

Indem ich die Wahrheit der in diesen beiden Sätzen enthaltenen Theorie untersuche, beabsichtige ich nicht in eine Prüfung ihrer Postulate, Facta und Argumente einzugehen. Der Gegenstand des folgenden Aufsatzes ist vielmehr, eins der hauptsächlichsten Farbenphänomene zu zerlegen, und diese Zerlegung als ein Experimentum crucis auf die Bestimmung des wahren Ursprungs aller ähnlich erzeugten Farben anzuwenden.

Die Farbe, die ich zu diesem Zweck gewählt, ist die *grüne der Pflanzenwelt*, und zwar habe ich sie aus folgenden Gründen gewählt:

1) Die grüne Farbe der Pflanzen ist eine der häufigsten in der Natur.

2) Es ist die Farbe, deren Beschaffenheit und Zusammensetzung Newton am deutlichsten beschrieben hat.

3) Ihre wahre Zusammensetzung ist bei allen Pflanzen, bei denen sie sich findet, fast identisch.

Sir Isaac hat diese Farbe auf folgende Weise beschrieben:

»Es mag gute grüne Farben der *vierten* Ordnung geben; allein die reinsten sind von der *dritten*. Und von dieser Ordnung scheint das Grün aller Pflanzen zu seyn, theils wegen seiner Intensität, theils, weil es, wenn diese verwelken, zuweilen in ein *grünliches Gelb* übergeht, und zuweilen in ein vollkommneres *Gelb* oder *Orange* oder vielleicht in *Roth*, wobei es anfangs alle vorher genannten intermediären Farben durchläuft. Diese Veränderungen scheinen durch die Aushauchung von Feuchtigkeit, welche die färbenden Theilchen dichter zurückläfst, erzeugt, und zuweilen durch die Anhäufung des öligen oder erdigen Theils jener Feuchtigkeit vermehrt zu zu werden. Nun ist ohne Zweifel das *Grün* von glei-

cher Ordnung mit den Farben, in welche es verwandelt wird, weil diese Umwandlungen allmälig geschehen, und diese Farben, obwohl gewöhnlich nicht sehr satt, doch oft zu gesättigt und lebhaft sind, um von der vierten Ordnung seyn zu können.«

Nachdem so festgesetzt ist, dafs das Grün der Pflanzen, zufolge dieser Theorie, ein *Grün dritter Ordnung* seyn müsse, haben wir seine Zusammensetzung zu untersuchen. Sir Isaac selbst giebt an, dafs das Grün der dritten Ordnung »hauptsächlich aus ursprünglichem Grün bestehe, doch nicht ohne Beimischung von etwas Blau und Gelb.« Im Grunde besteht es also aus allen Strahlen des *grünen* Raums, gemischt mit den wenigst brechbaren Strahlen des *blauen* Raums und den stärkst brechbaren des *gelben* Raums, und es enthält nicht einen einzigen Strahl vom *Indigo* oder *Violett*, so wenig wie einen vom *Orange* oder *Roth*. Diefs ist seine wahre Zusammensetzung, wir mögen sie nun aus der Theorie der periodischen Farben herleiten oder durch directe Analyse mittelst des Primas erhalten.

Um die wahre Zusammensetzung der grünen Farbe der Pflanzen aufzufinden, können wir das Licht, welches diese zurückwerfen oder durchlassen, zerlegen; allein das beste Verfahren ist, dafs man den grünen Farbstoff mittelst Alkohol auszieht und die Wirkung der färbenden Theilchen im Zustande der Lösung in dieser Flüssigkeit (*when suspended in that fluid*) untersucht. Zu dem Ende habe ich die Blätter von Kirschlorbeer (*Prunus laurocerasus*) als Typus dieser Klasse von Farben angewandt. Die Blätter wurden fein zerschnitten und mit absolutem Alkohol übergossen, und es wurde dann die so erhaltene schön grüne Flüssigkeit entweder in ein hohles Prisma, mit grofsem brechenden Winkel, gethan, um die Zusammensetzung ihrer Farbe durch ihr eignes Spectrum zu finden, oder das von der Flüssigkeit durchgelassene Licht mittelst eines schönen Prismas zerlegt, oder das von ei-

nem solchen Prisma erzeugte Spectrum durch eine zwischen Parallelgläser eingeschlossene Portion der Flüssigkeit betrachtet. Auf welche dieser Weisen man auch den Versuch anstellt, so erhält man doch ein Spectrum von der schönsten Art. Statt den grünen Raum, mit einer Portion des *blauen* an einer Seite, und einer Portion des *gelben* an der andern, zu erblicken, wie es die Newton'sche Theorie nun würde erwarten lassen, gewahren wir ein Spectrum, getheilt in mehre Farbenzonen von ungleicher Breite, deren Farben durch Absorption stark verändert sind.

Bei einer gewissen Dicke der grünen Flüssigkeit giebt es drei *rothe* Zonen. Bei vermehrter Dicke werden die blauen und violetten Räume, so wie die beiden inneren rothen Zonen absorbirt. Dann beginnt eine Absorption nahe bei der Mitte des grünen Raums, und nach der Zerstörung der brechbareren Portion dieses Raums, bleiben drei Zonen, nämlich *eine* schwache vom äufsersten *Roth*, *eine* fast *weifse*, entsprechend dem leuchtendsten Spectrum, eine *grüne*, angränzend an die weifse.

Bei Anwendung dieser Untersuchungsweise auf die grünen Farben anderer Pflanzen, habe ich bei ihnen unverändert dieselbe Zusammensetzung gefunden. Bei folgenden Pflanzen habe ich die Versuche am sorgfältigsten angestellt, und zwar, wenn nicht das Gegentheil gesagt ist, die grüne Flüssigkeit immer aus den Blättern gezogen:

| | |
|---|---|
| Weifser spanischer Flieder White Lilac) | Weifser Jasmin |
| Weifser Convolvulus | *Thuja occidentalis* |
| Tulpenbaum | *Arbutus Unedo* |
| Reseda | *Hemerocallis flava* |
| Gemeine Erbsen | *Celastrus scandens* |
| *Daphne Cneorum* | *Viburnum Tinus* |
| Virginische Himmbeere (*Virginiam Raspberry*) | *Prunus Lusitanica* |
| | *Aucuba japonica* |
| | *Juniperus communis* |

*Camellia japonica*
*Convallaria multiflora* (Grüne Beeren)
*Asparagus officinal.* (Grüne Beeren).

Wenn die aus diesen Pflanzen erhaltene Flüssigkeit drei oder vier Tage lang gestanden hatte, so verlor sie ihre hochgrüne Farbe und wurde olivengrün, dann immer mehr gelbbraun und zuletzt fast farblos. Hiemit änderte sich auch die specifische Wirkung der Flüssigkeit auf das Spectrum; allein weder die Farbenveränderung, noch die Aenderung dieser Wirkung hatte irgend eine Relation zu den Effecten einer Verringerung oder Vergröfserung der Dicke in den färbenden Theilchen, wodurch Newton die in der Farbe der Blätter eintretenden Veränderungen erklärt. Noch wenn die Flüssigkeit fast farblos wie Wasser geworden ist, übt sie eine sehr kräftige Wirkung auf die Mitte des *rothen* Raums aus, und eine schwache, doch noch wahrnehmbare, auf zwei Punkte der *grünen* Zone. Diese sonderbare Thatsache läfst vermuthen, dafs noch durchsichtige Mittel entdeckt werden mögen, welche vollkommen farblos sind, und dennoch verschiedene Theile des Spectrums absorbiren. Diese Wirkung kann natürlich aber nur stattfinden, sobald die absorbirten Strahlen zusammen weifses Licht geben.

Im Laufe dieser Versuche beobachtete ich eine sehr merkwürdige Erscheinung, die auf den ersten Blick der Newton'schen Theorie etwas günstig zu seyn scheint. Als ich einen Strahl starken Sonnenlichts durch die *grüne* Flüssigkeit leitete, gewahrte ich, dafs dessen Farbe nun schön *roth*, complementar zum *grün*, war. Als ich darauf den Strahl durch gröfsere Dicken von der Flüssigkeit gehen liefs, ward er erst *orange*, dann *gelb* und *gelblichgrün*, und unzweifelhaft würde er blau geworden seyn, wenn die Dicke der Flüssigkeit noch vergröfsert worden wäre. Diese Art der Erzeugung eines Spectrums durch Reflexion an den Theilchen der Flüssigkeit zeigt das Phänomen der Opalescenz in einer sehr interessanten Weise

Weise. Hätte die grüne Flüssigkeit bei allen Dicken dieselbe Farbe gezeigt oder hätte sie nur die rothen Strahlen absorbirt, so würde der opalescirende Strahl in seinem ganzen Laufe roth gewesen seyn; da aber die verschiedenen Farben in verschiedenen Verhältnissen absorbirt werden, und im gegenwärtigen Falle, gemäfs ihrer Brechbarkeit, mit Ausnahme des Blauen und Violetten, so mufs die Farbe des eingeführten Strahls vom Roth zum grünlichen Gelb schwanken, da diese Farben successiv von ihm abgenommen werden.

Die Analyse dieses Experiments ist sehr interessant, indefs da diefs nicht der Gegenstand unserer Untersuchung ist, so will ich nur bemerken, dafs ich dasselbe Phänomen bei mehren anderen Flüssigkeiten von verschiedentlicher Farbe bemerkt habe, dafs es fast immer bei pflänzlichen und fast nie bei (sogenannten) chemischen Lösungen oder bei farbigen Gläsern stattfindet, und dafs es ein Phänomen der Opalescenz oder der unvollkommenen Durchsichtigkeit ist. Eins der schönsten Beispiele, welches ich angetroffen, zeigt sich, wenn man ein Bündel starken Sonnenlichts durch gewisse Krystalle von blauem Flufsspath leitet. Die blaue Farbe des durchgelassenen Strahls ist ungemein schön.

Nach der Newton'schen Farbentheorie ist das Pflanzengrün von gleicher Ordnung mit dem *Gelb* und *Orange*, in welche es, beim Verwelken der Pflanzen, übergeht, in Folge einer erhöhten Dichtigkeit oder einer vermehrten Gröfse der färbenden Theilchen. Um diese seine Meinung zu prüfen, zog ich aus schön gelben Blättern von Kirschlorbeer den gelben Saft aus. Diese Flüssigkeit wird bei grofser Dicke ein tiefes Roth. Sie wirkt kräftig auf das Spectrum am Ende des grünen Raums, eine Stelle, welche von der grünen Flüssigkeit nicht angegriffen wird. Es absorbirt dann das Gelb und das Violett, dabei ein helles Grün zurücklassend und das Blau in Violett verwandelnd. Bei gröfserer Dicke ver-

schwindet das Violett und die Absorption rückt allmälig gegen das Roth.

Um den Versuch zu vermannigfaltigen extrahirte ich verwelkte Blätter vom Hartriegel (*privet*), die dunkel schwarzviolett sind, eine Farbe, welche nicht die entfernteste Aehnlichkeit mit irgend einer periodischen Farbe hat. Die Flüssigkeit war tief roth, viel tiefer als der dunkelste Portwein. Sie wirkte auf das Spectrum im rothen Raum, nahe bei der Fraunhoferischen Linie *B*, an derselben Stelle, wo der grüne Saft es nicht angriff, *zwei rothe* Zonen hinterlassend, von denen die innerste bei vermehrter Dicke verschwand. Sie absorbirte darauf den violetten und den blauen Raum gleichförmig, und nachdem sie die Mitte des Grün ausgelöscht hatte, rückte die Absorption zu dem Orange bei *D* vor.

Nun war in beiden Fällen die Wirkung des Farbstoffs der verwelkten Blätter bedeutend verschieden von der des grünen Safts, und es hat nicht entfernt das Ansehen, als hätten die Farben irgend eine solche Relation als zwischen den angränzenden Farben derselben Ordnung stattfindet.

Aus Thatsachen, wie diese, welche man unmöglich miſskennen kann, sind wir berechtigt zu schlieſsen, daſs die grüne Farbe der Pflanzen, man mag sie im natürlichen Zustande oder in dem des Verwelkens untersuchen, durchaus keine Beziehung zur Farbe dünner Blättchen habe.

Auf dieselbe Weise habe ich fast *hundert und funfzig* farbige Mittel untersucht, nämlich Flüssigkeiten, gezogen aus Blumenblättern, Blättern, Saamen und Rinden von Pflanzen, ferner verschiedene zum Färben dienende Substanzen, farbige Gläser und Minerale, farbige künstliche Salze und verschiedene farbige Gase. Bei allen habe ich Resultate erhalten, die zu demselben Schlusse führen. Ueberdieſs habe ich die *blaue* Farbe des Himmels untersucht, auf welche man die Newton'sche Theo-

rie für besonders anwendbar hielt; allein statt ein *Blau* erster Ordnung zu finden, in welchem die äufsersten rothen und violetten Strahlen fehlen, der Rest des Spectrums aber unverletzt sey, fand ich, dafs Strahlen aus der Nähe einiger der Fraunhoferischen Linien fehlen, und dafs die Absorption unserer Atmosphäre diese Linien breiter macht. Hieraus ist klar, dafs Elemente in unserer Atmosphäre vorhanden sind, die eine specifische Wirkung auf Strahlen von bestimmter Brechbarkeit ausüben, und dafs diese, bei einigen dieser Strahlen, identisch ist mit der, welche die Atmosphäre der Sonne auf sie ausübt. Analoge Resultate habe ich bei Zerlegung des *orangen, rothen* und *purpurfarbenen* Lichts erhalten, welches bei Sonnenuntergang von den Wolken reflectirt wird; allein es ist unmöglich eine richtige Idee von der Zusammensetzung dieser Farben zu geben, ohne Verweisung auf die festen Linien des Spectrums, über welche wir bis jetzt keine bestimmte Nomenklatur besitzen.

Als allgemeine Thatsache will ich jedoch anführen, dafs, bei der specifischen Wirkung, welche starre, flüssige und gasige Körper, so wie Dämpfe verschiedentlich auf das Licht ausüben, die angegriffenen Punkte des Spectrums im Allgemeinen mit den (deficient) Linien Fraunhofer's zusammenfallen, besonders mit denen, welche dem Sonnen- und Sternenlicht gemein sind. Hieraus erhellt, dafs diese Strahlen oder Linien schwache Stellen des Spectrums sind oder Theile von weifsem Licht, welche die gröfste Verwandtschaft haben zu den Elementen jener Stoffe, die, während sie in die Zusammensetzung der sublunarischen Körper eintreten, auch in den Atmosphären der Sonnen anderer Planetensysteme vorhanden sind.

Den obigen Versuchen gemäfs ist es unmöglich dem Schlusse zu widerstehen, dafs der zweite und hauptsächlichste Satz der Newton'schen Farbentheorie unverträglich ist mit der Wirklichkeit; und die Unrichtigkeit des er-

sten Satzes können wir durch bloſse Anführung der Thatsache erweisen, daſs es *rothe*, *gelbe*, *grüne* und *blaue* Mittel giebt, welche durchaus unfähig sind, gewisse bestimmte Strahlen von gleicher Farbe mit ihnen zurückzuwerfen oder durchzulassen.

Die wahre Ursache der natürlichen Farbe der Körper läſst sich so aussprechen. Wenn Licht in einen Körper eindringt, und vermöge Zurückwerfung oder Durchlassung in's Auge gesandt wird, so geht ein Theil desselben von verschiedener Brechbarkeit im Innern des Körpers verloren; und die Farbe des Körpers, welche offenbar von dem Verluste eines Theils des eingeführten Lichts herrührt, ist die, welche aus allen nicht verloren gegangenen Strahlen zusammengesetzt wird; oder, was dasselbe ist, die Farbe des Körpers ist die, welche, hinzugefügt zu allen verloren gegangenen Strahlen, das ursprüngliche Licht zusammensetzen. Ob die verloren gehenden Strahlen reflectirt, oder durch eine specifische Verwandtschaft zu den Theilchen des Körpers zurückgehalten werden, ist noch nicht streng erwiesen. In einigen Fällen von Opalescenz werden sie theils zurückgeworfen, theils durchgelassen, und bei der groſsen Mannigfaltigkeit der Substanzen, welche keine reflectirten Farben zeigen, werden die Strahlen durch Absorption zurückgehalten [1]).

1) Die Herausgeber des *Phil. Magazine* verweisen bei dieser Gelegenheit auf die Abhandlnng von Herschel über Lichtabsorption, die in diesen Annalen, Bd. XXXI S. 245 mitgetheilt ward.

## V. *Resultate von Versuchen mit dem Zitterrochen; von Hrn. Matteucci.*

[Briefliche Mittheilung desselben an die Pariser Academie. (*Compt. rendus*, 1836, *pt. II p.* 430.) — Es sind diefs die Versuche, auf welche sich Hr. Colladon in seinem S. 414 des vorigen Hefts enthaltenen Aufsatz bezieht.]

1) Man erhält Schläge vom Zitterrochen, wenn man auch die Haut des Organs fortgenommen, ja selbst wenn man Schichten von der Substanz des elektrischen Apparats abgeschnitten hat.

2) Wenn der Zitterrochen sich nicht mehr entladet, ist es unmöglich im Innern des Organs an irgend einem Punkt die geringste Spur von Elektricität mittelst des Galvanometers oder Condensators zu erhalten.

3) Die Intensität der Entladung nimmt ab, wenn man die Zahl der Nervenfäden, welche zum Organe führen, vermindert.

4) Im Act der Entladung findet man den elektrischen Strom beständig vom Rücken zum Bauche gerichtet, und diefs sowohl äufserlich als im Innern des Organes selbst, oder beim Durchlaufen der Nerven und des Gehirns; immer geht er durch die Nerven zum Unterleib.

5) Drei Gran salzsaures Morphin, in den Magen eines Zitterrochens gebracht, tödten ihn in zehn Minuten; allein der Tod ist von stärkeren Entladungen als die gewöhnlichen und von Convulsionen begleitet.

6) Wenn man an einem Zitterrochen, der auf Reizung keine Schläge mehr giebt, das Gehirn entblöst, und darauf den letzten Flügel des Gehirns, denjenigen, welcher dem Organ die Nerven giebt, sanft berührt, so bekommt man Schläge (drei oder vier), stärker als die gewöhnlichen, und beständig vom Rücken zum Unterleib

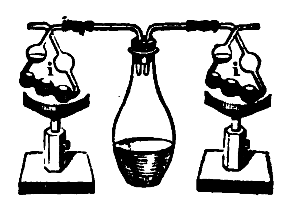
gerichtet. Wenn man dagegen, statt die Oberfläche des Gehirns sanft zu berühren, es ganz rücksichtslos verletzt, so erhält man abermals sehr starke Schläge, *die aber in der Richtung des Stroms nicht dieselbe Beständigkeit* besitzen; ich habe drei beobachtet, die, einer hinter dem andern, vom Unterleib zum Rücken gingen, und diefs anscheinend ganz ohne Gesetz.

Diese Thatsache, und besonders die letzte, fährt Hr. Matteucci fort, reichen hin zu beweisen, dafs die Elektricität des Zitterrochens sich nicht in den Organen erzeugt, welche zu beiden Seiten des Gehirnes liegen; dafs dieser Strom vom Gehirne aus seine Richtung bekommt, und dafs die Elektricität in dem Apparat nur condensirt wird, wie in einer Leidner Flasche oder Entladungssäule.

Ich bin weit entfernt das Studium des Zitterrochens für erschöpft zu halten; es bleibt noch viel zu thun übrig; allein es scheint mir wichtig gezeigt zu haben, dafs in dem Zitterrochen die Elektricität durch die Organe nur verdichtet wird. Wenn wir bei anderen Thieren nur Spuren von Elektricität finden, so rührt diefs davon her, dafs ihnen die condensirenden Organe fehlen, und dafs die Elektricität durch die gröfsere Zahl von Functionen beständig zerstreut wird.

## VI. *Vorläufige Mittheilung der Resultate einer experimentellen Beobachtung über Generatio aequivoca; von Franz Schulze in Berlin.*

In ausgekochten und hermetisch verschlossenen Gefäfsen hatte man schon damals, da die Frage über eine *Generatio aequivoca* die Aufmerksamkeit der Naturforscher zuerst in Anspruch nahm, eine Entwicklung lebender Organismen nicht beobachten können. Ueberhaupt hielt man den Zutritt von Luft für eine wesentliche Bedingung der primitiven Entstehung von Infusorien aus sich zersetzender organischer Materie, so dafs das blofse Bedecken einer Infusion mit einer Schicht Oel jene Bedingung aufhob. — Es blieb daher die Frage: Ob Zutritt von atmosphärischer Luft, Licht und Wärme zu infundirten organischen Substanzen alle Bedingungen zur primitiven Entstehung thierischer oder auch nur pflanzlicher Organismen in sich fasse? noch unentschieden, und es wurden in dieser Hinsicht neue directe Versuche allgemein für wünschenswerth gehalten. — Die hierbei zu überwindende Schwierigkeit lag darin, dafs man erstens gleich beim Beginn des Versuchs gewifs seyn mufste, keine Thiere oder entwicklungsfähigen Keimstoff in der Infusion zu haben, und zweitens, dafs die hinzutretende Luft nichts davon enthalten durfte. Zu dem Ende construirte ich mir folgenden Apparat:



Ich füllte einen gläsernen Kolben zur Hälfte mit destillirtem Wasser, dem ich verschiedene animalische und vegetabilische Stoffe beigemengt hatte, verschlofs ihn hierauf mit einem guten Kork, der von zwei luftdicht in ihn eingepafsten knieförmig gebogenen Glasröhren durchbohrt war. Hierauf brachte ich ihn in ein Sandbad, und erhitzte ihn so lange, bis das Wasser heftig kochte, und so alle Theile einer Temperatur von 100° ausgesetzt waren. Noch während die heifsen Wasserdämpfe zu den beiden Glasröhren heraustraten, befestigte ich an einer eden einen Apparat, dessen sich die Chemiker bei organischen Analysen bedienen, um die Kohlensäure zu absorbiren. Der zur Linken war mit concentrirter Schwefelsäure, der andere mit einer Auflösung von Kalihydrat gefüllt. — Durch die Siedhitze war alles in dem Kolben und den beiden Glasröhren etwaig vorhandene Lebendige oder dessen Keim zerstört, und durch die Schwefelsäure auf der einen, die Kalilösung auf der anderen Seite aller Zutritt desselben von aufsen abgeschnitten. Diesen ganzen, leicht transportirbaren Apparat setzte ich nun vor mein Fenster, wo er der Einwirkung des Lichts, und, da ich die Versuche während der Sommermonate anstellte, auch der Wärme ausgesetzt war. Gleichzeitig stellte ich daneben ein offenes Gefäfs mit denselben Substanzen, wie die im Kolben befindlichen, und zwar auch nachdem ich sie vorher der Siedhitze ausgesetzt. — Um nun fortwährend die Luft innerhalb des Kolbens zu erneuern, sog ich mehrmals des Tages mit dem Munde an dem offenen Ende des mit der Kalilösung gefüllten Apparats, wo dann jedesmal die Luft aus dem Kolben heraus durch die kaustische Flüssigkeit hindurch in meinen Mund, und von aufsen atmosphärische Luft durch die Schwefelsäure hindurch in den Kolben trat. Die Luft wurde natürlich durch das Hindurchtreten durch die Schwefelsäure in ihrer Zusammensetzung nicht verändert, es mufsten aber, wenn man sie nur langsam genug hindurchtreten liefs, alle in

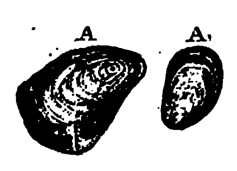
ihr befindlichen lebendigen oder lebensfähigen Theilchen von der Schwefelsäure aufgenommen und sofort zerstört werden. — Vom 28. Mai bis Anfang August setzte ich diese Erneuerung der Luft im Kolben ununterbrochen fort, ohne dafs ich mittelst des Mikroskops, mit dem ich während dieser Zeit fast täglich den Rand der Flüssigkeit betrachtete, etwas lebendiges Thierische oder Pflanzliche hätte wahrnehmen können. Und da ich zuletzt den Apparat aus einander nahm, war in der ganzen Flüssigkeit auch nicht eine Spur weder von Infusorien, noch von Conferven oder Schimmel aufzufinden. Dagegen zeigte sich alles Dreies schon in einigen Tagen, nachdem ich den Kolben hatte offen stehen lassen, im reichlichsten Maafse. — Das Gefäfs, welches ich gleichzeitig mit der Zusammenstellung obigen Apparates offen daneben gestellt hatte, enthielt schon am folgenden Tage Vibrionen und Monaden, denen sich gar bald gröfsere polygastrische Infusorien und selbst später Räderthiere zugesellten.

---

## VII. *Ueber die Metamorphose des Amylums; von Franz Schulze.*

Einige Beobachtungen, die ich im verflossenen Sommer über die wichtigsten Bedingungen der ersten Ernährung des pflanzlichen Organismus anstellte, gaben mir vielfache Gelegenheit, das Amylum in seiner Structur und Metamorphose zu studiren, und theils die hierüber bereits vorhandenen Untersuchungen von Neuem zu prüfen, theils einige neue Versuche anzustellen. — Das Mikroskop gab mir, in Bezug auf die Structurverhältnisse der Amylumkörperchen der Kartoffel, dieselben Resultate, wie sie Fritzsche zuerst gefunden und ausführlich mitgetheilt. Die Stärke der Vergröfserung, die ich anwandte, war

eine 250 fache lineare. — Die concentrischen Streifen sind bei dem Amylum, so wie es aus der Kartoffel genommen ist, zwar stets erkennbar, aber nur hier und da recht deutlich. Erst wenn man es längere Zeit bei einer Temperatur, die dem Siedpunkt des Wassers nahe liegt, trocknet, und alsdann wieder mit Wasser in Berührung bringt, treten die Streifen und der Kern bei den meisten so deutlich hervor, wie die Figuren *A* und *A'* es zeigen. Für die Thatsache, dafs der Kern in der Längsaxe, nicht auf der Oberfläche befindlich, oder gar eine von der Oberfläche nach innen gehende Vertiefung sey, und dafs die Streifen gleichfalls nicht der äufsern Hülle angehörig, liefert das Experiment des Rollens der Amylumkörperchen unter dem Mikroskop den schlagendsten Beweis. Ein Jeder mag sich dieses Experiment auf seine eigene Weise anstellen, je nachdem ihm die Beobachtung leichter wird, wenn er entweder die obere der beiden Glasplatten, zwischen denen der zu rollende Gegenstand befindlich, mit der Hand behutsam bewegt, oder mittelst eines neu hinzugebrachten Tropfens Wasser die übrige Flüssigkeit in schwache Strömung versetzt. Die erstere Methode liefse sich vielleicht dadurch vervollkommnen, dafs man der oberen Platte eines mikroskopischen Quetschers eine mikrometrische kreisförmige Bewegung ertheilte. — Was nun die Metamorphose des Amylums anbetrifft, so war es zunächst von Wichtigkeit, dieselbe an der lebenden Pflanze in deren verschiedenen Lebensperioden zu verfolgen. Wenn eine in die Erde gelegte Kartoffel zu wachsen begonnen hat, so bemerkt man in den meisten Zellen noch gar keine Veränderung des Amylums; aber in der Nähe der mit der Krone communicirenden Gefäfse nimmt dasselbe die mit *B* bezeichneten Formen an, die







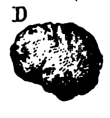





man sich aus den als normal angegebenen $A$ und $A'$ auf die Weise entstanden zu denken hat, dafs an letzteren eine vom Umfange aus gleichförmig nach innen fortschreitende Auflösung stattgefunden. In der Fig. $A'$ ist durch punktirte Linien angedeutet, wie sich die Formen $B$ aus der ursprünglichen herleiten lassen. —. Vom chemisch-physiologischen Gesichtspunkte aus ist jene Auflösung sehr merkwürdig, da wir kein Mittel besitzen sie künstlich aufser der Pflanze auf ähnliche Weise zu bewerkstelligen. Auf jeden Fall ist sie bedingt durch Flüssigkeiten, die sich in den Zellen erst beim Wachsen der Kartoffel unter dem Einflusse der Gefäfse bilden. Sie liefse sich in gewisser Hinsicht mit der Verdauung unlöslicher Stoffe, z. B. geronnenen Eiweifses, im thierischen Körper vergleichen. Bringt man die Körper $B$ mit kaltem Wasser in Berührung, so bemerkt man nicht die geringste Einwirkung, die sich doch durch Formveränderung unter dem Mikroskop manifestiren müfste. — Bei dem weiteren Fortschreiten des Wachsthums der Kartoffel bemerkt man nach und nach auch in den übrigen Zellen jene Umwandlung des Amylums, bis zuletzt nach vollendetem Wachsthum die meisten Zellen leer oder mit theilweise abgenagtem Amylum angefüllt sind. Die Formen $B$ gehen bei fortschreitender Auflösung in schmale längliche Gestalten über, wie sie unter $C$ abgebildet sind. — Auf einige Theile der Kartoffel erstreckt sich der vitale auflösende Einflufs gar nicht, und es zeigen sich dann in diesen die Formen des Amylums durch andere zerstörende Einflüsse verändert. Die Zeichnungen unter $D$ geben ein Bild davon. — Ich halte es nicht für unpassend, eine Methode hier einzuschalten, die ich verschiedene Male mit Erfolg angewandt, bei Kartoffeln eine Ablagerung von Amylum, statt an der Wurzel, an der Krone zu







bewerkstelligen. Zerschneidet man nämlich eine Kartoffel und legt sie mit der Schnittfläche auf feuchte Erde, so beginnt sie von den Augen aus Sprossen zu treiben, von denen die einen die Function der Blattbildung andeuten, die andern für Luftwurzeln zu halten sind. Verhindert man nun die letzteren in den Erdboden einzugehen, so entwickeln sich erstere auch nur unvollkommen, zeigen aber sehr bald in ihren Achseln starke Anschwellungen, die sich nach und nach erweitern, bis sie eine gewisse Ausdehnung erlangt haben, und sich alsdann von eigentlichen Kartoffeln durch nicht viel mehr als ihre unter dem Einflufs des Lichts entstandene grüne Farbe unterscheiden. — Da einmal der Trieb in einer wachsenden Kartoffel da ist, Nahrungsstoff in Form von Amylum aufzuspeichern, so kann diefs also unter Umständen statt an der Wurzel, an den blattbildenden Organen geschehen. — Ich komme zu der Veränderung, die das Amylum bei der trocknen Erhitzung erleidet. Setzt man es der Temperatur aus, wobei die Umwandlung in Gummi geschieht, und bringt es darauf mit Alkohol zusammen unter das Mikroskop, so kann man im Wesentlichen keine Formveränderungen beobachten. Dagegen zeigt sich beim Hinzubringen von Wasser die sehr interessante Erscheinung, dafs die vorher durch die bekannten Streifen angedeuteten concentrischen Schichten aufquellen, und nachdem sie auf einer Seite vom Wasser aufgelöst, auf der andern sich nach und nach abblättern und frei in der Flüssigkeit herumschwimmen, bis sie aufgelöst sind. Die Formen, die man dabei beobachtet, sind sehr mannigfaltig. Im Wesentlichen habe ich sie durch die Figuren *E* wieder zu geben versucht. — Aller Schlüsse, die sich aus obigen Beobachtungen ziehen lassen,



enthalte ich mich, bis auf eine Bemerkung über die Lös-

lichkeit des Amylums in Wasser. Stellt man nämlich zusammen, daſs das Amylum, wo es sich in der Pflanze vorfinden mag, stets in fester Gestalt erscheint, die blaue Reaction mit Jod nur an soliden Körperchen, nie auf Flüssigkeiten sich erstreckend, sichtbar ist; ferner, daſs die Formen *B* vom Wasser keine Veränderung erleiden; endlich, daſs wäſsriger Auszug von Brod oder gedörrtem Amylum, durch feines Papier filtrirt, keine blaue Färbung mit Jod giebt, so möchte es wohl wahrscheinlich werden, daſs, was vom Kleister durch ein feines Filtrum hindurchgegangen, jene Reaction zeigt, eben so gut feste Substanz sey, wie diejenigen Blutkügelchen, die von den feinsten Filtern durchgelassen werden.

## VIII. *Vergleichende mikroskopische Untersuchung des von Hrn.* Longchamp *in den Schwefelwässern von Barèges und des von Hrn.* Robiquet *in den Wässern von Néris aufgefundenen Baregin's; von Hrn.* Turpin [1]).

(*Compt. rend.* 1836, *T.* I, *p.* 17.)

In einem am 12. Aug. 1833 in der Academie vorgelesenen Aufsatz lehrte Herr Longchamp eine schleimige

1) Bei den zahlreichen Verhandlungen, welche die französischen Journale in den letzten Jahren über das Baregin mitgetheilt haben und welche von dort auch in mehre deutsche Zeitschriften übergegangen sind, erlangt die nachstehende Notiz einen besonderen Werth, denn sie macht nicht nur, wenigstens in den Augen der Einsichtsvollen, dem langen Streit über die Natur dieses Stoffs ein Ende, sondern schärft auch wiederholt die noch neuerlich von Fritzsche am *Pollenin* (Ann. Bd. XXXII S. 481) bestätigte Wahrheit ein, daſs *keine unlösliche Substanz organischen Ursprungs einer chemischen Zerlegung unterworfen werden dürfe, bevor nicht durch eine mikroskopische Untersuchung ihre Homogenität nachgewiesen ist.* *P.*

stickstoffhaltige Substanz kennen, die er zum ersten Male in den Bassins der Schwefelwässer zu Barèges beobachtete, und der er den Namen Barègin gab [1]). Er beschrieb die mit bloſsem Auge erkennbaren physischen Charaktere, so wie die chemischen Eigenschaften derselben; allein er vernachlässigte, sie unter dem Mikroskop zu untersuchen, das einzige Mittel, um zu entscheiden, ob diese Substanz einfach organisch oder *organisirt* sey, d. h. ob sie ein Agglomerat von schleimigen Theilchen, ohne eine mit dem Mikroskop zu entdeckende Organisation darstelle, oder ein Gemisch zugleich von einer solchen organischen Substanz mit einfachen, kugelförmigen oder faserigen Vegetabilien, oder endlich, ob sie aus Thierchen bestehe. Alle diese Dinge könnten einzeln oder zusammen hierin vorkommen, ohne doch für das bloſse Auge etwas anderes als gestaltlose Massen von gallertartigem Ansehen darzubieten. Hr. L. hatte die Güte mir eine Probe seines Baregins zu geben, dieselbe, die ich jetzt der Academie vorlege, und an der ich mich seit etwa sechs Wochen über die Natur und die Zusammensetzung dieses organischen Gebildes aufgeklärt habe. Aufbewahrt, wie sie es ist, im alkoholisirten Wasser, ähnelt sie einer thierischen oder pflänzlichen Gallerte, denn man kann sie eben so gut mit einem in Wasser aufgeweichten Tischlerleim als mit Apfel- oder Quittenschleim vergleichen.

1) Späterhin. i. J. 1835, hat Hr. Longchamp diese und einige verwandte Untersuchungen und Betrachtungen unter dem Titel: *Trois Mémoires sur les eaux minérales*, für sich in den Buchhandel gebracht. Ein Exemplar dieser Abhandlungen, welches ich dem Verfasser verdanke, hat mir indeſs die Ueberzeugung gewährt, daſs darin, zumal jetzt, nichts Bedeutendes für das deutsche Publicum enthalten ist. *P.*

Mikroskopische Analyse des Baregins von Hrn. Longchamp.

Bringt man kleine Portionen dieses Baregins, zwischen zwei Glasplatten, unter ein Mikroskop von 300maliger Vergröfserung, so erkennt man, dafs sie keine einfache homogene organische Masse ist, sondern ein Haufwerk, welches aus folgenden Theilen besteht: 1) Aus einer Art schleimigen *chaotischen* Gangmasse, gebildet von einer grofsen Menge organischer, durchsichtiger, farbloser Theilchen ohne Monadenbewegung, Theilchen, die ohne Zweifel aus Trümmern oder Ueberbleibseln ehemaliger pflänzlicher und thierischer Organisationen entstanden sind. 2) Aus einer ziemlich bedeutenden Anzahl kugel- oder eiförmiger, ungemein kleiner Sporulen, umgeben von dem unorganisirten Schleim der Gangmasse, die hierin zugleich Wohnung und Nahrung finden, und von denen einige in einem mehr oder weniger vorgerückten Zustand des Keimens befindlich sind. Diese äufserst zarten Filamente sind weifs, durchscheinend, ohne Scheidewände und Verästelungen; sie deuten auf den Anfang einer ohne Zweifel wohl bekannten Conferven-Vegetation, und ohne Zweifel auch auf den Anfang jener langen weifsen Fäden, welche Hr. L., der sie in dem Wasser der Bassins gesehen hat, mit gehecheltem Flachs vergleicht, und welche späterhin, unter gewissen, dieser Vegetation günstigen Bedingungen, grün werden, und, nach dem Ausdruck des Hrn. L., das grüne fadenförmige Baregin bilden. Aufser diesen beiden Bestandtheilen, den organischen Theilchen und den organisirten Sporulen, erblickt man noch einige andere Körper, als Sandkörner und unverkennbare Ueberreste von Pflanzen oder Infusorien.

Diefs ist Alles, was man durch eine mikroskopische Untersuchung des Baregins von Hrn. Longchamp kennen lernt.

Da Hr. L. die physischen Eigenschaften dieses Stoffs

nur mit blofsem Auge bestimmt, so hat er nicht einsehen können, dafs diese unorganisirte Substanz, dieses Chaos des organischen Reichs, keinesweges rein war, dafs er sich gleichsam auf dem Gebiet der Sporulen befand, und dafs es die Gegenwart und die Entwicklung dieser Sporulen sind, von denen die anfangs weifsen und später grünen Vegetationen herrühren, und nicht von der gallertartigen Substanz, die sich selbst nicht organisiren, die höchstens zur Nahrung dieser Conferve dienen, und die allein auch, bis zu einem gewissen Punkt, auf einen eigenen Namen, *Barègine*, Anspruch machen kann.

Es ist zu bedauern, dafs Hr. L. nicht Zeit gehabt, zu sammeln und aufzubewahren, was er weifses fadenförmiges und grünes fadenförmiges Baregin nennt, denn dann würde man diefs Conferven-Gebilde leicht auf sein Genus und seine Species haben zurückführen können, und so würden sehr wahrscheinlich Discussionen vermieden worden seyn, die der Wissenschaft nichts genutzt haben.

### Mikroskopische Analyse des Baregins von Herrn Robiquet.

Dieser in den Mineralwässern von Néris aufgefundenen und von Hrn. Robiquet nach Paris gebrachten Substanz sieht man es auf den ersten Blick an, dafs sie durchaus keine Aehnlichkeit hat mit den schleimigen, farblosen und unorganisirten Baregin des Hrn. Longchamp, dafs sie im Gegentheil aus zerrissenen und in einander gefilzten Membranen oder Häutchen besteht, woran ein geübtes Auge deutlich erkennt, dafs man es mit einem Vegetabil aus dem Geschlechte Nostoch zu thun hat.

Unter dem Mikroskop, ebenfalls bei 300maliger Vergröfserung betrachtet, zeigt das Baregin von Néris: 1) dünne, durchscheinende, farblose Membranen, die wie zusammengewirkt sind mittelst vieler sehr zarter, durchflochtener Fäden, welche durch dazwischen liegende Theilchen an ein-

einander geklebt sind; 2) viele fadenförmige, unter einander freie Individuen von verschiedenem Alter und verschiedenen Dimensionen; die zartesten sind farblos und wie aus einer Reihe von Punkten gebildet; die gröſseren sind rosenkranzartig, d. h. zusammengesetzt aus einer Reihe kleiner, kurzer, kugelförmiger Merithallen, welche inwendig hohl sind und eine grüne Materie enthalten, von der allein die Masse beim Betrachten mit bloſsem Auge ihre Farbe erhält.

Aus diesem vergleichenden mikroskopischen Studium folgt, daſs das Baregin von Hrn. Longchamp und das von Hrn. Robiquet zwei sehr verschiedene Dinge sind.

Das erstere, das Baregin von Hrn. L., das einzige welches *provisorisch* den Namen Baregin behalten kann, besteht aus einer gallertartigen durchsichtigen, fast farblosen Substanz, ohne sichtbare Spur von Organisation; es ist ein schleimiges Haufwerk, gebildet, durch Absatz, aus einer groſsen Zahl von Theilchen, die gröſstentheils von der Zersetzung von Pflanzen und Thieren, besonders Infusorien, herrühren. Es ist ein Chaos des organisirten Reiches, aus welchem alle Individuen direct oder indirect ihre Nahrung schöpfen, und in welches sie später wieder übergehen. Es sind gleichsam die umherliegenden Trümmer eines eingestürzten Gebäudes.

Das zweite, das Baregin des Hrn. Robiquet, ist eine wohl organisirte, unter dem Namen *Nostoch thermalis* wohl bekannte Pflanze [1]).

1) Einer früheren Untersuchung des Hrn. Dutrochet zufolge soll das Baregin des Herrn Robiquet aus Oscillarien bestehen. Derselbe bemerkt auch, Hr. Bory de St. Vincent habe dergleichen Oscillarien in allen warmen Mineralwässern angetroffen, und zwei darin gefundene Arten in dem *Dictionnaire classique d'histoire naturelle* unter dem Namen *Anabaina monticulosa* und *A. thermalis* beschrieben (*Compt. rend.* 1835, *p.* 286).

## IX. *Ueber die Zusammensetzung der Herbstfäden; von G. J. Mulder.*

Im Herbste sieht man oft lange weiſse Fäden von groſser Elasticität und Stärke, einige Fuſs hoch vom Boden entfernt, in beträchtlicher Menge umherschweben. Ihr Erscheinen und Verschwinden wechselt erstaunlich schnell, da sie plötzlich in groſser Anzahl vorhanden, und eben so bald nachher nicht mehr wahrzunehmen sind. Bei feuchtem Wetter bemerkt man sie nie, sondern nur bei plötzlich eintretender Kälte, zur Abfallszeit der Blätter.

Ohne Zweifel ist der Ursprung dieser Fäden organisch, und zwar spricht ihre Elasticität und Festigkeit, wie die Zeit ihres Vorkommens dafür, daſs sie nichts anderes als das Secretum irgend eines Thierchens sind, welches sich durch eine solche Abscheidung der, bei einer bevorstehenden Metamorphose überflüssigen Stoffe zu entledigen sucht, um so seinem Organismus die zu der neuen Existenzform nöthige Säftemischung zu geben.

Was die Beschaffenheit dieser Fäden betrifft, so sind sie silberweiſs, und an und für sich sehr dünn, finden sich aber meist in groſser Anzahl auf einander geklebt, und bilden dann Bündel, welche sich an Bäume und Sträucher anhängen, allein durch Luftbewegung leicht weggeweht werden.

Mit einer Partie solcher Fäden, welche ich selbst gesammelt, habe ich eine Analyse vorgenommen, und will diese hier kurz beschreiben.

0,0392 Grm. dieser Fäden verloren bei 120° C. an Wasser 0,0065, was 16,6 Procent beträgt.

0,0422 der trocknen Fäden gaben, unter Verbreitung von Horngeruch und Aufschwellung der Masse, 0,0011 Asche, welches 2,39 Procent ausmacht.

0,1364 der trocknen Fäden verloren beim Ausziehen durch Alkohol 0,0037. Der Rest wurde mit Wasser ausgekocht, und zeigte einen Verlust von 0,0246. Der mit concentrirter Essigsäure ausgezogene Rückstand liefs unaufgelöst 0,0208. Aufgelöst blieben also in der Essigsäure 0,0873.

I. Das in Alkohol Aufgelöste war fettig und klebrig, bei gelinder Wärme schmelzbar, und verbrannte, in eine Spiritusflamme gehalten, mit Flamme. In fettem und flüchtigem Oel löste es sich völlig auf, zum Theil auch in kaltem Alkohol, in welcher letzteren Auflösung jedoch nach dem Verdampfen des Alkohols ein *weifser Fettstoff* zurückblieb, der in Liquor Kali caustici auflöslich war, und beim Abdampfen der alkoholischen Tinktur an dem Rande des Schälchens zu Krystallen anschofs.

Was in kaltem Alkohol unaufgelöst geblieben war, wurde von kochendem aufgenommen, jedoch nach dem Erkalten in weifsen Flocken wieder ausgeschieden. Diese Flocken waren klebrig, bei mäfsiger Wärme schmelzbar, und hatten alle Eigenschaften des *Cerins*.

II. Das in Wasser Aufgelöste war schwer zu pulvern. Eine wässerige Auflösung dieses Stoffes wurde durch Alkohol, Infusum gallarum und Aether getrübt. Aus einer Auflösung in Liquor Kali und Natri caustici wurde sie durch Säuren gefällt, löste sich aber bald wieder auf. Dieser Stoff ist also *Gallerte*.

III. Das durch Essigsäure Aufgelöste war bröcklich und leicht zu pulvern; in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich. Concentrirte Säuren lösten es unter Zersetzung auf. Durch Salpetersäure wurde es in Oxalsäure verwandelt, und durch Cyaneisenkalium schön grün gefärbt. Es ist diefs also *Eiweifsstoff*.

IV. Das in Essigsäure Ausgekochte liefs sich in Wasser, Alkohol und Aether nicht auflösen: es war silberweifs, faserricht; weit loser zusammenhängend, so dafs

es sich leicht in viele Fäserchen zersplittern liefs. Gegen Reagentien verhielt es sich wie *Seidenfaserstoff*.

Die Herbstfäden bestehen also aus:

| | | |
|---|---|---|
| Fibroïn | 0,0208 | 15,25 |
| Albumin | 0,0873 | 64,00 |
| Gallerte | 0,0246 | 18,04 |
| Cerin<br>Fester Fettstoff } | 0,0037 | 2,71 |
| | 0,1364 | 100,00. |

Dieses Secret hat viel Aehnlichkeit mit der Seide, und unterscheidet sich nur von derselben durch die relative Menge der Bestandtheile.

Ich lasse diese Analyse auf die organische Analyse der Bestandtheile der Seide folgen [1]), weil uns dieselbe das Vorkommen der Seidenfibroïne im Thierreich aufs Neue kennen lehrt, und die Vermuthung zu bestätigen scheint, dafs bei der niederen Thierklasse dieser Stoff eben so wesentlich sey, wie der Faserstoff bei den höher organisirten Thieren.

Rotterdam, im Nov. 1836.

## X. *Ueber das Verhalten des Kaliums auf einer Quecksilberfläche; von G. J. Mulder.*

Das Verhalten des Kaliums auf einer Quecksilberfläche hat die Aufmerksamkeit vieler Naturforscher erregt. Es geräth nämlich auf einer glatten, d. h. reinen von Oxyd oder fremden Metallen freien Quecksilberfläche, ein von allen Seiten glattes Stück Kalium augenblicklich in eine sehr rasche, anfangs hin- und hergehende, dann aber drehende Bewegung. Auf dieselbe Weise verhält sich Natrium auf Quecksilber, und Kampher auf Wasser.

1) Ann. Bd. XXXVII S. 594.

Diese Erscheinung hat man auf verschiedene Art zu erklären gesucht. Meist supponirte man dabei zwei Kräfte, von denen die eine von der auflösenden Flüssigkeit in den festen Körper übergehe, wogegen die andere von der Luft aus auf dieselbe wirke. Die, wenn auch sehr geringe Auflöslichkeit des Kamphers in Wasser und seine Verdunstung an der Luft, sind die Eigenschaften, auf denen man jene Erklärung von der Bewegung desselben auf Wasser basirte, und dieser analog betrachtet man die Bewegung des Kaliums auf Quecksilber als eine Wirkung der Amalgamation des Kaliums mit dem Quecksilber und der Oxydation des ersteren an der Luft. Allein da sowohl die vom Quecksilber, als die von der Luft aus wirkende Kraft senkrecht, aber in entgegengesetzter Richtung, auf das Kalium wirken, so ist durch jene Annahme die entstehende Bewegung nicht im Geringsten erklärt. Vielmehr müfste, wenn Luft und Quecksilber gleich stark auf das Kalium wirken, vollkommene Ruhe, wenn sie aber verschieden einwirken, entweder Untersinken unter die Oberfläche des Quecksilbers oder Entfernung von demselben stattfinden. Die Kreisbewegung kann also auf diese Weise nicht erklärt werden.

Ich habe mehrmals beobachtet, dafs das Kalium, sobald es den Rand des Gefäfses berührt, das sich bildende Oxyd in unzähligen Strahlen abstöfst, und die schon ein wenig mit Kalihydrat bedeckte Quecksilberfläche in einer bogenförmigen Entfernung von sich hält. An der Stelle nämlich, wo das Kalium die Quecksilberfläche berührt, bildet sich durch Aufnahme von Sauerstoffgas aus der Luft Kali, welches sich in dem Wasserdunst der Atmosphäre auflöst, und die Oberfläche des Quecksilbers bedeckt. Liegt aber das Kalium nicht in der Mitte der Quecksilberfläche, sondern an der Seite, so erhält es diese dadurch rein, dafs es beständig das sich bildende Kalihydrat in einem starken Strome von sich stöfst.

Der Grund dieser Erscheinung ist sehr einfach. Ein Metall, welches sich mit Sauerstoff verbindet, ist positiv elektrisch; eben so jedes Oxyd. Das Kalihydrat mufs also, wenn das Kalium die Wände des Gefäfses berührt, von diesem abgestofsen werden, weil es dieselbe Elektricität hat, wie das Metall; dadurch wird die Quecksilberfläche auf eine gewisse Strecke rein von Kalihydrat bleiben, welches sich immer in einer gewissen Entfernung vom Kalium hält.

Auf dieselbe Weise läfst sich nun die rotirende Bewegung erklären, welche stattfindet, wenn das Kalium mitten auf der Quecksilberfläche liegt. Es bedarf nur der Annahme, dafs das Stückchen Kalium ungleiche Seitenflächen habe, welche also verschiedene, bis auf eine gewisse Strecke sich vom Kalium entfernende Kalihydratströmungen veranlassen, um sogleich einzusehen, dafs nun das freiliegende Kalium nicht der abstofsende, sondern der abgestofsene Theil ist, da dieses sich weit leichter bewegt, als eine ganze Lage Kalihydrat. Ist nun eine (ebene) Seite des Kaliumstückchens gröfser als eine andere, so findet dort eine beträchtlichere Kalibildung, somit eine merklichere Abstofsung statt. Hierdurch wird das Kalium in der, jener Seite entgegengesetzten Richtung bewegt. Oder ist eine Seite des viereckigen Kaliumstückchens uneben, und stärker über dem Quecksilber hervorragend als eine andere, so bildet sich dort ebenfalls das meiste Kali, und das Kalium bewegt sich dem zufolge in der entgegengesetzten Richtung. Die Ungleichheit der Seitenflächen bewirkt keine diesen parallele, sondern eine rotirende Bewegung um einen Punkt des Kaliums, welcher einem der Enden des viereckigen Stückchens um so näher liegt, je unregelmäfsiger dessen Form ist. Obgleich sich an allen Seiten Kalihydrat bildet, und also das Kalium an allen Seiten von diesem abgestofsen wird, so geschieht diefs letztere doch da am stärksten, wo sich das meiste Hydrat bildet, also wo das

Kalium am meisten über der Quecksilberoberfläche hervorragt.

Bei dem Kampher geschieht dasselbe. Befestigt man ein Stückchen Kampher so auf ein Stück Blei, dafs, wenn letzteres in ein mit Wasser gefülltes Schälchen gesetzt wird, der Kampher zur Hälfte aus der Wasserfläche hervorragt, so entsteht ein vom Kampher weg sich bewegender Strom. Dieser Strom besteht aus Kampher, welcher theils vom Wasser aufgenommen worden, theils verdunstet ist, und so die Wahrheit bestätigt, dafs ein in einer Flüssigkeit aufgelöster Körper die Elektricität des Menstruums annimmt. Chemische Verbindungen und Auflösungen haben also das mit einander gemein, dafs die in die Verbindung oder Auflösung eingehenden Stoffe Elektricität, und zwar beide dieselbe, erhalten.

Zur ferneren Bestätigung jener Theorie legte ich ein rundes Stückchen Natrium auf Quecksilber. Hier beobachtete ich nun von Zeit zu Zeit eine geringe Bewegung um eine horizontale, aber keine um eine verticale Axe des Kügelchens, und doch hätte letzteres der Fall seyn müssen, wenn nicht durch die Regelmäfsigkeit der Form der Unterschied der Abstofsung des Metalls und Oxyds an verschiedenen Stellen des Kügelchens aufgehoben worden wäre.

Ein kugelförmiges Stück Natrium verschafft man sich leicht auf folgende Weise Man bringt auf ein, in eine Untertasse gelegtes Stückchen Natrium einen Tropfen Wasser; nun wird ein Theil des Wassers zersetzt, Natrium oxydirt, das Oxyd vom übrigen Wasser aufgelöst, und dabei so viel Wärme entwickelt, dafs, sobald man durch Umdrehen des Schälchens den Wassertropfen wieder entfernt, das Natrium zu einem glänzenden Kügelchen zusammenrollt.

Ich habe mich zu diesem Versuche nicht des Kaliums bedient, weil dieses sich im Wasser entzündet, schmilzt und dann oxydirt.

Das Natriumkügelchen nun, welches auf dem Quecksilber fast keine Bewegung zeigte, hüllte sich in eine Menge Natronhydratbläschen, welche sich durch das aus der Zersetzung des Wassers entstandene Hydrogen gebildet hatten. Da nun die Quecksilberfläche völlig rein und trocken war, so muſste dieses Wasser durch das gebildete Alkali angezogen worden seyn, um dann wieder zur Bildung von Natron mitzuwirken. — Dieſs veranlaſste mich zu dem Versuche, ob auch der Wasserdunst der Atmosphäre auf die Bewegung von Kalium und Natrium auf einer Quecksilberfläche Einfluſs habe.

Zu dem Ende hängte ich in zwei kleinen Glocken über reinem Quecksilber ausgeglühtes Chlorcalcium auf, um die in jenen enthaltene Luft zu trocknen. Nachdem dieſs geschehen war, brachte ich unter Quecksilber in die eine Glocke ein Stückchen Kalium, in die andere ein Stückchen Natrium. Allein es entstand nicht die geringste Bewegung. Beide wurden zum Theil oxydirt, zum gröſsten Theil aber mit Quecksilber amalgamirt, und lieſsen, auſser einer kleinen Lage Oxyd, den folgenden Tag keine Spur von sich zurück.

Nun wurde zum zweiten Male Kalium und Natrium in die Glocken gebracht, zugleich aber ein Streifen mit Wasser befeuchteten Flieſspapiers. Jetzt geriethen sie plötzlich in Bewegung, welche fortdauerte, bis das Ganze oxydirt oder amalgamirt war.

So zeigte es sich denn, daſs die Bewegung von dem Wasserdunst der Atmosphäre herrührte, welcher das sich bildende Oxyd auflöst und beweglicher macht, während das trockne minder beweglich ist, und sogar die Bewegung des Metalls ganz und gar verhindert. Hieraus ergiebt sich denn zugleich die Ursache, warum Natrium sich weniger bewegt als Kalium, da Natron weit weniger Feuchtigkeit anzieht als Kali. — Dieselben Versuche wurden mit reinem Sauerstoffgas wiederholt, um zu sehen, ob das gröſsere Oxydationsvermögen dieses Gases

auch auf die Bewegung einwirke. Das Resultat war, dafs in trocknem Sauerstoffgas keine Bewegung stattfand, während natürlicherweise die Oxydation schneller von Statten ging, und die Amalgamation geringer war. Bei feuchtem Oxygen fand dagegen rasche und starke Bewegung statt. Es ist also die schnellere Oxydation nicht der Grund der Bewegung. — Um nun zu sehen, ob das Stickstoffgas der Atmosphäre nicht die Bewegung befördere, brachten wir das Kalium und Natrium über Quecksilber in jene, mit gut getrocknetem Stickstoffgas gefüllten Glasglöckchen; es entstand keine Bewegung, und die Metalle hatten innerhalb 24 Stunden keine merkliche Volumsveränderung erlitten. Da die Bildung des Oxyds unmöglich war, so konnte auch keine Abstofsung zwischen Metall und Oxyd eintreten. — Allein merkwürdigerweise hatte sich auch beinahe gar kein Amalgam gebildet. Es scheint daher die Amalgamation bei gewöhnlicher Temperatur, wenn das Kalium oder Natrium mit einer dünnen Oxydschicht bedeckt ist, erschwert zu seyn, und durch theilweise Oxydation jener Metalle befördert zu werden. Nachdem die Metalle 24 Stunden in Stickstoffgas gelegen hatten, wurde auch hier ein mit Wasser befeuchtetes Papierstreifchen in die Glocke gebracht. Plötzlich entstand, eben so wie bei atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas, Bewegung, welche fortdauerte, bis sich die Metalle, theils in Amalgam, theils in Hydrat verwandelt hatten.

Hierdurch ist nun deutlich erwiesen, dafs die Feuchtigkeit der Atmosphäre allein die Bewegung verursacht, dafs hier im Stickstoffgas, und also auch in atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas, sich Wasser zersetzt, und das Metall durch das dadurch entstehende Oxygen sich zum Theil oxydirt, was in den beiden letztgenannten Gasarten auch schon durch diese selbst geschieht; dafs ferner hiebei ein Strom positiv elektrischen Wasserstoffgases ausgetrieben wird, den das gleichelektrische Metall

und das Oxyd abstöfst; dafs durch die stärkere Oxydation sich mehr Amalgam bildet, und zwar da, wo die Metalle am tiefsten im Quecksilber stehen, und also am fernsten von der Stelle, wo sich das meiste Oxyd befindet, nämlich wo das Metall am meisten aus dem Quecksilber hervorragt; dafs endlich sowohl das gebildete Amalgam von dem Metall *unter* der Quecksilberfläche, als das Hydrat *über* derselben abgestofsen werden mufs, und dafs wir die Kreisbewegung von Kalium auf Quecksilber in feuchter Atmosphäre für eine Wirkung von sechs Kräften ansehen müssen, welche einander noch unterstützen können:

1) Oxydation des Metalls durch das Sauerstoffgas der Atmosphäre; 2) desgleichen durch das Sauerstoffgas des Wassers; 3) Abstofsung des sich bildenden Hydrats von dem Metall; 4) Gegenseitige Abstofsung des entwickelten Wasserstoffgases, des Metalls und Hydrats; 5) Amalgamation des Metalls; 6) Abstofsung des Amalgams von dem Metall.

So wirken denn diese sechs Kräfte, die wir jede für sich wahrnehmen können, zusammen, um eine so geringfügige Erscheinung zu Stande zu bringen. Wir führen sie an, um zu zeigen, welche Vorsicht beim Erklären von dergleichen Erscheinungen nöthig ist, so einfach auch das zu Erklärende scheinen mag. Verfolgen wir es bis zu seiner eigentlichen Grundursache, so verschwindet die Einfachheit trotz unserem aufrichtigsten Bestreben, diese beizubehalten.

---

## XI. *Ueber die Dichtigkeit des Seewassers an verschiedenen Stellen des Oceans; von G. J. Mulder* [1]).

Trotz der vielen Untersuchungen der Chemiker über die Unteſschiede in der spec. Schwere des Seewassers nach der Verschiedenheit des Orts, wo es geschöpft worden, möchte dennoch eine neue Untersuchung dieses Gegenstandes nicht überflüssig seyn. Denn nur durch Vervielfältigung der Versuche kann man über das wahre Verhältniſs der spec. Schwere des Seewassers einige Gewiſsheit erlangen, und wird es möglich zu beurtheilen, in wiefern die früheren Untersuchungen mit der Wahrheit übereinstimmen.

Bouillon la Grange und Vogel behaupteten [2]), das Seewasser enthalte in wärmeren Gegenden mehr Salz als in kälteren. Diese Meinung begründeten sie jedoch weniger durch Thatsachen, als durch die Voraussetzung, daſs, da an den wärmeren Stellen des Oceans eine gröſsere Menge Wassers verdampfe, auch eine beträchtlichere Quantität Salz daselbst zurückbleiben müsse.

Dieser Hypothese widerspricht geradezu Alex. von Humboldt, welcher, da er beobachtet hatte, daſs das Seewasser für eine Temperaturdifferenz von 15 bis 20° C. wenig oder gar keinen Unterschied hinsichtlich seines spec. Gewichtes darbot, sagt [3]), daſs aus den bisher gemachten Versuchen keinesweges die Meinung hervorgehe, als enthalte das Seewasser unter dem Aequator mehr Salz als unter einer Breite von 30° und 44°: weil

1) Aus dessen *Natuur- en Scheikundig Archief. Jaargang* 1835. 2. *Stuck. Rotterdam.* In's Deutsche übertragen von Dr. Levié.

2) *Annales de chimie*, *T. LXXXVII p.* 191.

3) *Relation historique*, *T. I p.* 74.

die Ursache des verschiedenen Salzgehaltes des Seewassers, wenn derselbe auch statt habe, nicht in der Temperaturverschiedenheit zu suchen sey.

Marcet [1]) glaubt gefunden zu haben, dafs die Dichtigkeit des Seewassers südlich vom Aequator gröfser sey als nördlich von demselben, und dafs sich also in der südlichen Hemisphäre mehr Salz im Seewasser vorfinde, als in der nördlichen. Er fand, nach einigen zu diesem Behufe angestellten Versuchen, für die südliche Hemisphäre die mittlere spec. Schwere =1,02920, für die nördliche =1,02757. Die Dichte des Seewassers unter dem Aequator fand er durchschnittlich =1,02777, also etwas gröfser als in der nördlichen Hemisphäre.

Gay-Lussac und Desprets [2]) haben abweichende Resultate erhalten bei der Untersuchung von 16, hinsichtlich der Breite verschiedenen Sorten Seewasser, welche Lamarche ihnen in gläsernen Flaschen von einer Reise von Rio Janeiro nach Frankreich mitgebracht hatte. Sie fanden die spec. Schwere gröfser, je nach der geringeren Temperatur des Wassers, also je nach der gröfseren Breite. Als Maximum erhielten sie 1,0297, als Minimum 1,0272, durchschnittlich 1,0286. Auch fanden sie einen hiemit mehr oder weniger übereinstimmenden Salzgehalt, und zwar in 100 Pfund Seewasser im Maximo 37,7, Minimo 34,8, im Durchschnitt 36,5 Salze.

Die Tabelle ist von zu grofsem Interesse, um sie hier zu übergehen:

1) *Phil. Trans.* 1822. — *Annal. de chim. et de phys. T. XII p.* 295. — *Bibl. univ. T. XII p.* 22.

2) *Annal. de chim. et de phys. T. VI p.* 428.

| Breite. | Länge. | Spec. Gew. | Salzgehalt. | Breite. | Länge. | Spec. Gew. | Salzgehalt. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calais | | 1,0278 | 3,48 | 0° 0' | 23° 0' | 1,0283 | 3,67 |
| 35° N. | 17° W. | 1,0290 | 3,67 | 5 2',2 | 22 36 | 1,0289 | 3,68 |
| 31° 50' | 23° 53' | 1,0294 | 3,63 | 8 1' | 5 16 | 1,0286 | 3,70 |
| 29 4 | 25 1 | | 3,66 | 12 59 | 26 56 | 1,0294 | 3,76 |
| 21 0 | 28 25 | 1,0288 | 3,75 | 15 3 | 24 8 | 1,0284 | 3,57 |
| 9 59 | 19 50 | 1,0272 | 3,48 | 17 1 | 28 4 | 1,0291 | 3,71 |
| 6 0 | 19 55 | 1,0278 | 3,77 | 20 21 | 37 5 | 1,0297 | 3,75 |
| 3 2 | 21 20 | 1,0275 | 3,57 | 23 55 | 43 4 | 1,0293 | 3,61 |

Hieraus zieht Gay-Lussac den Schluſs, daſs der Salzgehalt bei Calais sein Minimum erreicht habe, daſs er in einer Breite von 35° bis 32° N. zunehme, gegen den Aequator zu aber abnehme, und in der südlichen Hemisphäre wieder steige.

Pagè fand von 45° N. bis 50° S. Breite den Salzgehalt des Seewassers constant und zwar gleich $\frac{4}{100}$ [1]; diesem widersprechen jedoch Versuche von Bladh, denen zufolge es scheinen möchte, als sey die Dichtigkeit des Seewassers in den Tropen gröſser als unter dem Aequator [2]).

Aus Cook's Notizen hat v. Humboldt gefolgert: 1) daſs das Seewasser zwischen 60° und 40° S. Br. im Maximo 0,0387, im Minimo 0,0322 Salze enthalte; 2) daſs eine gleiche Menge Seewassers in der südlichen Erdhälfte im Allgemeinen weniger Salz liefere als in der nördlichen; 3) daſs dieſs jedoch keinen Beweis gebe für den gröſseren Salzgehalt zwischen den Wendezirkeln als zwischen 25° und 40° Breite; 4) daſs die geographische Länge auf den Salzgehalt des Seewassers nicht minder Einfluſs habe als die Breite; weil sich im Ocean lange Striche von specifisch leichterem Seewasser finden [3]).

1) *Annal. de chim. et de phys. T. VI p.* 431.

2) *Ibid.*

3) *Tableau des régions équat.*

Lenz [1]) hat eine Menge Bestimmungen hinsichtlich des Salzgehaltes des Seewassers gemacht, und zuerst Unterschiede je nach der Tiefe gefunden (den Beobachtungen Marcet's geradezu entgegen). An einigen Stellen hatte das Wasser an der Oberfläche, an andern in großser Tiefe das gröſste spec. Gewicht. Seine Versuche sind theils mit einem zinnernen, theils mit einem kupfernen Araeometer gemacht, und wegen des Einflusses der Temperatur corrigirt.

Die Versuche über die Dichtigkeit des Seewassers unter verschiedenen Breiten haben folgende Resultate geliefert: 1) Daſs das atlantische Meer einen gröſsern Salzgehalt habe als die Südsee, während das indische Meer, den Uebergang bildend, in der Richtung des ersteren mehr Salz enthalte als in der der letzteren. 2) In jedem der beiden groſsen Oceane giebt es eine Stelle mit dem Maximo des Salzgehaltes; diese ist nördlich weiter entfernt vom Aequator als südlich. Das spec. Gew. an diesen Stellen ist für das atlantische Meer 1,02856, für die Südsee 1,028084. Den Grund dieser Erscheinung sucht Lenz in der Wärme dieser Gegenden und in den Winden; unter dem Aequator giebt es keine heftigen Winde, daher jene Punkte süd- oder nördlich von demselben fallen. Das Minimum zwischen diesen Punkten findet sich einige Grade südlich vom Aequator in dem atlantischen Meer, *wahrscheinlich* in der Südsee. 3) Von da, wo sich das Maximum des Salzgehaltes vorfindet, nimmt dieser regelmäſsig in demselben Verhältniſs ab, wie die Breite zunimmt.

Es schien daher mehr oder weniger ausgemacht, daſs die Dichtigkeit des Seewassers je nach den verschiedenen Breiten, wiewohl nicht regelmäſsig, variire, daſs sie auſserdem aber einen Unterschied darbiete, je nachdem die Breite nördlich oder südlich ist. Hinsichtlich der Länge haben diese Chemiker keinen Unterschied in der Dichtig-

1) *Bibl. univ. T. XLVI p.* 358. (Ausführlicher in dies. Annalen, Bd. XX S. 73. *P.*)

keit des Seewassers gefunden, wenigstens Marcet nicht. Eben so wenig Lenz in der Südsee [1]), wogegen er in dem atlantischen Meer gegen Westen einen gröſseren Salzgehalt zu finden glaubte als gegen Osten. John Davy endlich fand an den Küsten von Südamerika eine Verschiedenheit des spec. Gewichts je nach der Verschiedenheit der Breite sowohl als der Länge [2]). Er fand in ungefähr 30° bis 35° auf beiden Seiten des Aequators das spec. Gew. des Seewassers gleich, unter dem nördlichen Wendekreise aber etwas beträchtlicher als unter dem südlichen.

Es stellt sich daher aus dem Gesagten zur Genüge heraus, welche Ungewiſsheit in der Kenntniſs des Seewassers in dieser Hinsicht noch herrscht. Ohne Zweifel haben Verschiedenheit der Untersuchungsart des Seewassers, Unrichtigkeit der gemachten Versuche, mehr oder weniger beobachtete Sorgfalt bei der Aufbewahrung und Transportirung desselben, groſsen Einfluſs auf die abweichenden Resultate gehabt. Allein die Ursachen des gefundenen auffallenden Unterschiedes mögen seyn, welsie wollen, so werden doch nur in groſser Anzahl vorhandene neue Thatsachen später diese Aufgabe zu lösen vermögen [3]).

Durch den erfahrenen Schiffscapitain Versluis, der mir von seiner letzten Rückfahrt von Java vierzehn Sorten Seewasser von verschiedenen Meeresstellen mitgebracht hat, bin ich in den Stand gesetzt, zu dem fraglichen Gegenstande einen kleinen Beitrag liefern zu können. Das Wasser war an der Oberfläche geschöpft, und in Krüge gebracht worden, die man nur mit leinenen Läppchen bedeckte, ohne sie zu verpfropfen, und sie hatten

1) *Bibl. univ. T. XLVI p.* 359.

2) *Phil. Transact.* 1817 *p.* 275.

3) S. die Versuche von Campbell in Musschenbroek *Introd. ad Phil. nat. T. II p.* 570.

alle neben einander im unteren Schiffsraum aufrecht gestanden. Das Wasser war völlig klar und unverändert geblieben.

Wir lassen hier eine genaue Angabe der Stellen, an denen das Wasser geschöpft worden, die Temperaturen der Atmosphäre und der Monatstage folgen:

| Krüge. | Geogr. Breite. | Geogr. Länge | Nahe liegende Küsten u. s. w. | Fahr. Therm. | Monatstag. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | S. 20° 41' | O. 86° 30' | - | 80° | 7. Jan. |
| 2 | S. 23 46 | O. 80 3 | - | 77 | 9. - |
| 3 | S. 35 10 | O. 28 7 | - | 77 | 27. - |
| 4 | S. 35 42 | O. 22 17 | - | 74 | 31. - |
| 5 | S. 35 | O. 19 50 | Kap Aguilas | 70 | 1. Fbr. |
| 6 | S. 23 21 | O. 3 32 | - | 72 | 10. - |
| 7 | S. 15 55 | W. 5 45 | St. Helena | 76 | 18. - |
| 8 | N. 0 39 | W. 22 42 | - | 80 | 28. - |
| 9 | N. 23 44 | W. 37 53 | - | 75 | 13. Mrz. |
| 10 | N. 40 54 | W. 23 38 | Sturm | 56 | 25. - |
| 11 | N. 46 2 | W. 19 30 | - | 62 | 30. - |
| 12 | N. 49 6 | W. 5 54 | - | 62 | 3. Apr. |
| 13 | N. 50 25 | W. 1 0 | Insel Wight | 55 | 5. - |
| 14 | - | - | Zwischen Bevezier u. Wift Nordsee | 50 | 9. - |

Wir geben nun die verschiedenen Data an, welche uns zur Auffindung des spec. Gewichtes dieser Wassersorten gedient haben, um dadurch einen Maafsstab zur Beurtheilung der Glaubwürdigkeit unserer Bestimmungen an die Hand zu geben.

Wie gewöhnlich hängten wir eine Glasbirne an einem dünnen Platindraht auf, und wägten sie in destillirtem und in Seewasser auf einer guten, noch für 0,001 eines engl. Granes empfindlichen Wage. — Die Temperatur der Atmosphäre während der Experimente war zwischen 55° bis 54° F.; das destillirte Wasser war durch langes Stehenlassen in dem Zimmer, wie die übrigen Was-

Wassersorten, auf 54° F. gekommen. Die Temperaturen aller Wassersorten wurden mit genau verglichenen Thermometern untersucht. Das Gewicht der Birne betrug bei der Temperatur der Atmosphäre von 55° F. =385,127 engl. Gran, in destillirtem Wasser von 54° =228,76 engl. Gran [1]), der Gewichtsverlust in destillirtem Wasser war also =156,37 Gran.

Das Gewicht der Birne in den verschiedenen Sorten Seewasser war:

| | Gewicht | | Gewichtsverlust |
|---|---|---|---|
| In No. 1 | =224,53, | also Gewichtsverlust | =160,60 |
| - - 2 | =224,52 | - - - | =160,61 |
| - - 3 | =224,36 | - - - | =160,77 |
| - - 4 | =124,46 | - - - | =160,67 |
| - - 5 | =224,51 | - - - | =160,62 |
| - - 6 | =224,38 | - - - | =160,75 |
| - - 7 | =224,34 | - - - | =160,79 |
| - - 8 | =224,43 | - - - | =160,70 |
| - - 9 | =224,24 | - - - | =160,89 |
| - - 10 | =224,50 | - - - | =160,63 |
| - - 11 | =224,46 | - - - | =160,67 |
| - - 12 | =224,52 | - - - | =160,61 |
| - - 13 | =224,52 | - - - | =160,61 |
| - - 14 | =224,76 | - - - | =160,37. |

Das spec. Gewicht dieser Sorten Seewasser bei 54° F.:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Von No. 1 | =1,02705 | No. 8 | =1,02759 |
| - - 2 | =1,02711 | - 9 | =1,02891 |
| - - 3 | =1,02814 | - 10 | =1,02724 |
| - - 4 | =1,02750 | - 11 | =1,02750 |
| - - 5 | =1,02718 | - 12 | =1,02711 |
| - - 6 | =1,02801 | - 13 | =1,02711 |
| - - 7 | =1,02827 | - 14 | =1,02551. |

Wir haben den Salzgehalt in diesen Wassersorten nicht

1) Die Tausendtel der Grane waren bei den Abwägungen der Birne in Wasser auf der Wage nicht mehr zu erkennen; für 0,01 Gr. war jedoch die Wage unter diesen Umständen noch empfindlich.

bestimmt; weil die Analyse keine genaueren Resultate geben kann, als wir durch Bestimmung des spec. Gewichtes in dieser Hinsicht erhalten. Ich ziehe die unmittelbare Bestimmung des spec. Gewichtes der durch Aufsuchung der Salzmenge vor, weil beim letzteren Verfahren, abgesehen von den Fehlern der Wägung, durch die Abdampfung, das Wegspringen, das Verknistern, und das Einsammeln der Salze unberechenbare Abweichungen entstehen können. Die Ungenauigkeit dieses Verfahrens geht auch aus den oben angeführten Resultaten Gay-Lussac's und Despretz's hervor, welche zuweilen bei geringerer Dichtigkeit einen gröfseren Salzgehalt fanden, und umgekehrt, während doch jedenfalls die Salzquantität mit der Dichtigkeit in geradem Verhältnifs stehen mufs, da jene bei einer und derselben Temperatur allein die Ursache der verschiedenen Dichtigkeiten des Seewassers abgeben kann. Diese Abweichungen sind also offenbar durch Fehler in den Versuchen entstanden, und es bleibt daher jenen Bestimmungen des Salzgehaltes nur ein zweideutiger Werth.

Die Anzahl unserer Versuche ist zu klein, um daraus allgemeine Schlüsse zu ziehen, und wir enthalten uns, die Richtigkeit der Resultate der eben genannten Naturforscher nach den unsrigen abzumessen. Wir glaubten sie jedoch mittheilen zu müssen, weil sie zu sehr von Allem abweichen, was hierüber früher gefunden worden. Mögen sich diesen Versuchen andere eben so sorgfältig angestellte anreihen! — Um nur Einiges anzuführen, so sind die gröfsten Dichtigkeiten von Lenz kleiner als die unserigen, und die Abweichungen stehen keineswegs im Verhältnifs zur Breite, sondern sind unregelmäfsig u. s. w., was die Betrachtung der Tabelle deutlich zeigt. Zwar halten wir den Transport des Wassers in offenen Krügen nicht für den zweckmäfsigsten, weil dabei immer einiges Wasser verdunstet; allein da No. 2, 12 und 13 gleiche Dichtigkeit haben, so konnte dieser Umstand kei-

neswegs der Grund der gröfseren Dichte in No. 3, 7, 9 und 6 seyn, indem sie alle denselben äufseren Einflüssen ausgesetzt waren.

Werden die Behälter, worin Seewasser aufbewahrt wird, hermetisch verschlossen, so verdirbt letzteres schnell, und erschwert dadurch die Bestimmung der Dichtigkeit. Die Untersuchung des spec. Gewichts auf der See selbst ist so vielen Beschwerden unterworfen, dafs die gröfsten Reisenden, als von Humboldt, Lenz, Kotzebue u. A. sich zu diesem Behufe nur des Araeometers bedient haben, eines Instrumentes, das nicht im Stande ist genaue Resultate zu liefern [1]). Merkwürdig ist die geringe Dichtigkeit des Wassers der Nordsee, wo sich der Einflufs der grofsen Flüsse unseres Vaterlandes auf den Salzgehalt des Seewassers am augenscheinlichsten zeigt. — Aehnliche Ursachen wirken gewifs an vielen Stellen des Oceans in weiter Ausdehnung, und machen, vereint mit Temperatur und Winden, die Dichtigkeiten des Seewassers theils constant, theils veränderlich.

## XII. *Ueber einen Moorbruch in der Grafschaft Antrim in Irland.*

Das Septemberheft der *Bibliothèque universelle* von 1836 enthält, aus dem *Magazine of Natural History etc.* (Mai 1836) entlehnt, über dieses Ereignifs eine Nachricht von Hrn. W. J. Hunter, von welcher Nachstehendes nicht ohne Interesse seyn dürfte.

Der Schauplatz dieses Ausbruchs war das Torfmoor von Fairloch, eines der vielen, welche zusammen das Moor von Sloggan bilden, das beträchtlichste im nörd-

1) S. in O. v. Kotzebue, Entdeckungsreise in der Südsee etc. Weimar 1811. 4. Bd. I, die hinten angehängte Tabelle; und andere Reisewerke.

lichen Irland. Es (ob das Ganze oder der Theil, ist nicht gesagt) bedeckt eine Fläche von 11000 Acres. Von Ballymena, einer kleinen, aber blühenden Manufacturstadt, liegt es 7 (engl.?) Meilen, von Randalstown zwei. Die Landstrafse von Belfast nach Londonderry führt fast mitten durch dasselbe. Das Land umher ist flach, öde und ohne Interesse, mit Ausnahme einiger Längenthäler, die es hie und da durchschneiden, und ziemlich tief sind. Nahe einem dieser Thäler liegt das Torfmoor von Fairloch. Diese Lage war ein glücklicher Umstand, denn, wenn das Ereignifs, von dem sogleich die Rede seyn soll, sich auf einer Höhe zugetragen hätte, so würde der schlammige Torf beim Herabfliefsen eine grofse Strecke Landes bedeckt, und noch mehr Schaden angerichtet haben als er bereits verursachte [1]).

Am 17. Sept. 1835 begann der Ausbruch. An diesem Tage (und vermuthlich unbeachtet schon mehre Tage zuvor) stieg das Moor in der Mitte langsam bis zu dreifsig Fufs empor, als sich gegen 5$^h$ Nachmittags ein Getöse, ähnlich dem Brausen eines heftigen Windes, vernehmen liefs. Die Masse senkte sich nun einige Fufs, und entsandte einen Schlammstrom, der sich in ost-nord-östlicher Richtung langsam in Bewegung setzte. Unebenheiten des Bodens setzten ihm indefs schon in einigen Ruthen Entfernung einen Damm entgegen, und in der Nacht rückte er daher nicht vor. Am 18. setzte er sich indefs wieder in Bewegung, und legte in Zickzack etwa 15 Ruthen gegen Westen zurück. In der Nacht vom 18. auf den 19 schien die Torfmasse stationär zu bleiben, schwoll

1) Darin ist diefs Ereignifs verschieden von dem, welches sich 1824 in Yorkshire zutrug (Ann. III S. 155), indem dabei die Schlammmasse von einer ansehnlichen Höhe herabstürzte. — Dafs übrigens Vorfälle, wie der hier beschriebene, in dem sumpfreichen Irland nicht unerhört sind, kann man unter andern aus dem rühmlichst bekannten Werk des Hrn. von Hoff, Th. III S. 31, ersehen. P.

aber in der eben beschriebenen Weise wiederum auf. Zwischen 12 und 1 Uhr desselben Tages erhob sie sich indefs abermals mit dem früheren Getöse, und rückte langsam vor bis zum 21., wo sie von ihrem Ursprung einen Weg von ungefähr einer Viertelmeile (engl.?) zurückgelegt hatte. Dort wurde sie durch Heuschober und andere Gegenstände bis zum 23. aufgehalten. An diesem Tage aber setzte sie sich wiederum in Bewegung, und zwar plötzlich, und mit einer Geschwindigkeit, welche die umher versammelten Bauern dem Laufe eines Pferdes verglichen, und wenigstens so grofs war, dafs man ihr zu Fufs nicht folgen konnte.

Am 24. Sept. erreichte der Schlammstrom die Chaussée, füllte einen tiefen Graben aus, drang in eine Hütte ein, stauete sich hier zu einer Höhe von 10 Fufs an, und stürzte sich nun gleich einem Wasserfall auf den Damm, dabei auch ein Getöse wie das eines grofsen Wasserfalls hervorbringend. Er ergofs sich über die Chaussée in einer Strecke von 900 Fufs, bedeckte sie 10 Fufs hoch, füllte den gegenüberliegenden Graben aus, und schritt nun langsam in dem etwa eine halbe Meile langen und sanft geneigten Thale vor, bis er, einige Ruthen vor dem Flusse Maine, stillstand, gleichsam um neue Kräfte zu sammeln.

Am 25. Sept. begann die Masse abermals ihre Wanderung; sie stürzte sich in den Flufs, der an dieser Stelle nur etwa 4 Fufs Tiefe hat, durchsetzte ihn langsam, gelangte zum gegenüberliegenden Ufer, schritt auf einem Wiesengrunde vor, bis zu einem daselbst befindlichen Deich. Wahrscheinlich würde der Schlammstrom auch dieses Hindernifs überwältigt und noch gröfseren Schaden angerichtet haben, wenn er nicht vermöge seines Ganges quer durch das Bett des Maineflusses die Wassermasse desselben mehre Stunden lang aufgestauet hätte. Diese erlangte bald solche Gewalt, dafs sie den Schlammstrom durchbrach und fortspülte, was um so kräftiger

geschehen konnte, als dafs Flufsbett sich, einige Toise weiter hinunter, plötzlich um 12 Fufs senkt. So wurde denn hier die ganze Schlammmasse durch den Maine fortgerissen und zu dem sieben Meilen entfernten See *Lough-Neagh* hingeführt. Der Schlammstrom fuhr übrigens in seiner Bewegung bis zum 28. Sept. fort.

Hr. Hunter besuchte den Schauplatz dieses Ereignisses am 15. October, und er sagt, der gleichsam neue Morast habe eine Ausdehnung gehabt von einer Viertelmeile in Länge, 200 bis 300 Fufs in Breite, und an einigen Stellen von 30 Fufs Höhe. Ungeachtet seiner jungen Entstehung trug er kein Zeichen derselben an sich, sondern sah aus, wie wenn er schon Jahrhunderte an seiner jetzigen Stelle gelegen hätte. Das Moor, welches sich kurz vor dem Ergusse dieses Schlammstroms dreifsig Fufs erhoben hatte, sank hernach 20 Fufs unter sein gewöhnliches Niveau, und bildete so einen kleinen kreisförmigen Teich. Was die Ursache dieses Schlammausbruches betrifft, so bemerkt Hr. H. wohl ganz richtig, dafs sie dem Ueberflufs von Wasser [1]) und dem Faulen vegetabilischer Substanzen (der dabei stattfindenden Gasentwiklung) zuzuschreiben sey.

## XIII. *Ueber ein Mittel, hohe Temperaturen zu schätzen.*

Die Bestimmung hoher Temperaturen ist von grofsem Nutzen für viele Zweige der Industrie, und es sind bereits mehre Methoden vorgeschlagen, von denen aber die meisten grofse Schwierigkeiten in der Ausführung darbieten. Das Luftthermometer ist in mehren Fällen unan-

1) Nach Lyell schwellen die Torfmoore durch häufigen Regen bisweilen gleichsam wie Schwämme auf. *P.*

wendbar, und in vielen würde es unmöglich seyn, die verschiedenen Umstände zu ermitteln, welche auf die End-Temperatur dieses Instruments von Einfluſs seyn können. Hr. Becquerel giebt in dem vierten Theile seines *Traité d'Electricité* ein bequemes Verfahren an, welches einer groſsen Genauigkeit fähig zu seyn scheint, welches aber auf einem Gesetz beruht, das in hohen Temperaturen nicht richtig seyn kann.

Pyrometer, gegründet auf die Ausdehnung von Metallen, kann man nicht anwenden, weil man nicht weiſs, nach welchem Gesetz das Volum der Körper durch die Wärme vergröſsert wird. Ich glaube aber (wer da spricht, ist nicht gesagt, vermuthlich ist es aber Hr. Gay-Lussac (*P.*)), daſs es mit Hülfe der specifischen Wärme möglich sey, hohe Temperaturen mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen.

Das, was Hr. Lamé in seinem *Traité de physique*, *p.* 417, veröffentlicht hat, veranlaſst mich, hier ein Verfahren bekannt zu machen, welches ich seit langer Zeit in meinen Vorlesungen anzuführen pflege, und welches er selbst im §. 289 fast angegeben hat. Da ich es nicht geprüft habe, so behaupte ich nicht, hier alle Vorsichtsmaſsregeln anzugeben, die man nehmen müſste, um sich gegen die etwaigen Fehler, herrührend aus der Verflüchtigung des Wassers, dem Erkalten u. s. w. sicher zu stellen. Ich gebe bloſs die Theorie.

Ich nehme zwei ungleiche Massen $M$ und $M'$ von gleicher feuerbeständiger Substanz (vorzugsweise Metall in Form von platten Ringen, um dem Mangel an Wärmeleitung zu begegnen). Nachdem man sie in den Mittelpunkt der Wärme, deren Temperatur $=x$, gelegt hat, taucht man sie successiv in die Wassermassen $m$ und $m'$, deren Temperaturen $=t$ (zu den Massen $m$ und $m'$ rechne ich zugleich Gefäſse von Kupfer). Sind nun $\vartheta$ und $\vartheta'$ die End-Temperaturen der Gemische, und nennt man $c$ die specifische Wärme der metallischen Substanz, so hat man:

$$M\,c(x-\vartheta\,)=m\,(\vartheta\,-t)$$
$$M'c(x-\vartheta')=m'(\vartheta'-t).$$

Und daraus:

$$x=\frac{M'm\vartheta'(\vartheta-t)-Mm'\vartheta(\vartheta'-t)}{M'm(\vartheta-t)-Mm'(\vartheta'-t)}.$$

(*Ann. de chim. et de phys. T. LXII p.* 334.)

---

*Zusatz.* Da wohl nicht jeder Leser dieser Annalen Hrn. Lamé's *Traité* zur Hand haben möchte, so erlauben wir uns hier, den in vorstehender Note citirten Paragraph hinzuzufügen.

»Die Veränderungen der Wärmecapacität bei einem und demselben Körper mit der Temperatur verhindern, dafs man sich ihrer bedienen kann, um aus dem Grade von Erwärmung, die ein erhitzter Körper einer Wassermasse, beim Eintauchen in dieselbe, ertheilt, die ursprüngliche Temperatur dieses Körpers zu finden. Diefs Verfahren kann nur eine erste Annäherung liefern. Folgendes ist übrigens die Formel, zu welcher es führt. Sey $M$ die Wassermasse, $t$ ihre ursprüngliche Temperatur und $\vartheta$ die Endtemperatur, nachdem eine Masse $m$ von der Capacität $c$ und der Temperatur $T$ derselben ihren Wärmeüberschufs abgetreten hat. Zur Bestimmung von $T$ hat man dann die Beziehung $M(\vartheta-t)=mc(T-\vartheta)$.

Eine vorläufige Beobachtung, gemacht bei der Temperatur $T'$, vereinfacht die Rechnung sehr. Denn wenn die Masse $m$, zuvor erhoben auf die Temperatur $T'$, dieselbe Wassermasse $M$ von $t'$ auf $\vartheta'$ Grade erwärmt, so hat man eben so:

$$M(\vartheta'-t')=mc(T'-\vartheta')$$

und die beiden Gleichungen geben:

$$\frac{T-\vartheta}{T'-\vartheta'}=\frac{\vartheta-t}{\vartheta'-t'},$$

woraus, sobald $T'$, $\vartheta$, $\vartheta'$, $t$, $t'$ beobachtet sind, $T$ gefunden werden kann, ohne dafs man die numerischen Wer-

the der angewandten Massen, noch ihre Wärmecapacität zu kennen braucht. Allein diese Formeln setzen die Beständigkeit der specifischen Wärme voraus.«

Uebrigens ist zu bemerken, dafs diese Methode, der Hauptsache nach, keinen Anspruch auf Neuheit machen kann, da sie schon von Schwarz, und viel früher noch von Coulomb angewandt worden ist. S. Ann. Bd. XIV S. 530.

Was das erwähnte Verfahren des Hrn. Becquerel betrifft, so ist es dasselbe, welches er bereits in einem seiner früheren Aufsätze (Annal. Bd. IX S. 357) bekannt gemacht hat. Es beruht auf der Voraussetzung, dafs die von ihm zwischen 0° und 350° beobachtete Proportionalität zwischen der Temperaturdifferenz beider Contactstellen einer thermo-elektrischen Kette und der dadurch erzeugten elektro-dynamischen Kraft, auch für bedeutend höhere Temperaturen gültig bleibe, so wie auch auf der Richtigkeit einer von ihm experimentell ermittelten (a. a. O. S. 348) Relation zwischen der elektro-dynamischen Kraft und der Ablenkung der Galvanometer-Nadel. Als thermo-elektrische Kette wendet er zwei Platindrähte an, einen von weichem und den andern von gehärtetem Platin; diese verbindet er an einem ihrer Enden, ohne Löthung, durch blofses Umeinanderwickeln, und die beiden andern Enden setzt er mit seinem Galvanometer in Gemeinschaft.

Auf diese Weise hat er, wie er in seinem *Traité*, *T. IV p.* 4, beschreibt, neuerdings die Hitze des Porcellanofens zu Sèvres zu bestimmen gesucht. Die Verbindungsstelle der beiden Platindrähte befand sich mitten im Ofen, ein Meter über dem Boden; ihre Berührungsstellen mit dem Galvanometerdraht hatten die Temperatur 22° C. Eine Temperaturdifferenz von 78° zwischen diesen Berührungsstellen und der Berührungsstelle der Platindrähte gab eine Ablenkung von 1°. Diese Angabe diente als Ausgangspunkt für die folgenden Resultate:

| Zeit vom Anfang des Versuchs. | Ablenkung der Magnetnadel. | Intensität des erzeugten thermo-elektrischen Stroms. | Entsprechende Temperatur in Centigraden. |
|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | 77° |
| Sogleich | 24° | 26,7 | 2062 ,6 |
| 1½ Stund. | 25 ,5 | 29,6 | 2308 ,8 |
| 2 - | 26 | 30,0 | 2340 ,0 |
| 3 - | 27 | 31,7 | 2472 ,6 |
| 3½ - | 27 ,5 | 32,6 | 2542 ,8 |

## XIV. *Notizen.*

1) *Neue Methode zur Bestimmung der specifischen Wärme der Gase.* — Diese neuerlich von Hrn. Apjohn, Professor der Chemie in Dublin, angewandte Methode beruht darauf, dafs die Verdunstungskälte, welche ein Gas gestattet, wenn dasselbe im Zustande der Trokkenheit und von einer bestimmten Temperatur über ein mit Wasser befeuchtetes Thermometer hinweggeleitet wird, eine ziemlich einfache Function von dessen specifischer Wärme ist, wonach dann die letztere leicht gefunden werden kann, wenn man erstere beobachtet hat. Um diefs zu bewerkstelligen, leitet Hr. A. das zu untersuchende Gas, welches in eine Blase eingeschlossen ist, erstlich zum Behufe seiner Austrocknung durch eine U-förmig gebogene und in der Biegung mit concentrirter Schwefelsäure gefüllte Röhre, und dann in eine an dieser mittelst Kautschuck befestigte offene horizontale Röhre, worin hinter einander zwei Thermometer liegen, nach Seite der Schwefelsäure hin ein trocknes, und nach dem Ende der Röhre zu ein mit Leinwand umgebenes und durch Wasser feucht gehaltenes. Die Angaben dieser beiden Thermometer, so wie der stattfindende Barometerstand sind dann die beobachteten Gröfsen, aus wel-

chen, und einigen anderen gegebenen Elementen, die specifische Wärme des Gases hergeleitet wird. Diefs wird zum Verständnifs des Princips der Methode hinreichen. Was die bisher von Hrn. A. erhaltenen Resultate betrifft, so glauben wir sie übergehen zu können, da sie schwerlich etwas zur Bestätigung oder Widerlegung der ältern, namentlich der von Dulong gefundenen, Resultate beitragen können, noch die etwaigen Vorzüge oder Mängel dieser Methode gegen die früheren gehörig feststellen vermögen [1]).

Auch ist die Formel, nach welcher Hr. A. seine Resultate berechnet, nicht richtig. Die richtige ist folgende:

$$\varphi(t').\delta\lambda = \Delta x[p - \varphi(t')](t - t')$$

welche bereits Gay-Lussac bei seinen Versuchen über die Verdunstungskälte in trockner atmosphärischer Luft (*Ann. de chim. et de phys.* 1822, *T. XXI p.* 87) gegeben hat, mit Ausnahme des Umstandes, dafs daselbst $\Delta$, d. h. das specifische Gewicht des Gases, als das der atmosphärischen Luft, gleich Eins gesetzt ist.

Die übrigen Gröfsen haben folgende Bedeutung: $p$ der Barometerstand, $t$ die Temperatur des trocknen Gases, $t'$ die Temperatur des mit Wasserdampf gesättigten, $\varphi(t')$ die Spannkraft des Wasserdampfs bei der Temperatur $t'$, $\delta$ sein specifisches Gewicht (gegen das der Luft $=1$) und $\lambda$ die latente Wärme desselben. Endlich ist $x$ die gesuchte specifische Wärme des Gases, und zwar die unter constantem Druck gegen die eines gleichgrofsen Gewichts Wasser $=1$.

Bei dieser Gelegenheit müssen wir noch einen andern Irrthum des Hrn. Apjohn berichtigen. Derselbe glaubt, er habe die *erste* und *strenge* Formel für die Verdunstungskälte in freier Luft aufgestellt (*Phil. Mag. Ser. III Vol. VI p.* 182, *Vol. VII p.* 266. 313. 470);

1) *Phil. Mag. Ser. III Vol. VII p.* 385 und *Vol. IX p.* 187. Letzterer Aufsatz ist eine Erwiederung auf einen von Hrn. Hudson in demselben Journal. *Vol. VIII p.* 21.

wir brauchen indefs nur auf den Aufsatz von August (Annal. 1825, Bd. V. S. 69 und 335), und auf den noch älteren seines Landsmanns Ivory (*Phil. Magazine*, 1822, *Vol. LX p.* 81) zu verweisen, um den Ungrund beider Meinungen, und eben so die Ueberflüssigkeit eines Aufsatzes von Hrn. Hudson über denselben Gegenstand (*Phil. Mag. Ser. III Vol. VII p.* 256) darzuthun.

2) *Uhrthermometer für mittlere Temperatur.* — Bekanntlich haben Brewster (*Edinb. Encyclopaed. Art. Atmospherical Clock*) und Grassmann (Ann. Bd. IV S. 419) vor mehren Jahren, unabhängig von einander, den Vorschlag gethan, Uhren mit Pendeln ohne Compensation oder mit entgegengesetzter Compensation, auf deren Gang also die Wärme einen bedeutenden Einflufs haben mufs, zur Bestimmung der mittleren Temperatur anzuwenden. Auch hat sich bereits Bessel über die Zweckmäfsigkeit eines nicht compensirten Chronometers zu diesem Behufe vortheilhaft ausgesprochen (*Astronom. Nachrichten, No.* 169 S. 10), und zum Belege desselben eine derartige Erfahrung des rühmlichst bekannten Uhrmachers Hrn. Kessels angeführt. Indefs scheint nicht, dafs bisher ein solches Werkzeug, sey es Pendeluhr oder Chronometer, eigends zu diesem Behufe verfertigt worden sey. Erst ganz kürzlich ist diefs von dem geschickten Kopenhagner Uhrmacher Hrn. J. Jürgensen geschehen, und derselbe hat darüber der Pariser Academie eine Nachricht mitgetheilt (*Compt. rend.* 1836, *II p,* 143), aus welcher wir das Folgende ausheben wollen.

Der Balancier einer gewöhnlichen Taschenuhr vergröfsert seine Dimensionen, wenn die Temperatur steigt, und er zieht sich dagegen zusammen, wenn sie sinkt. Eine Vergröfserung in den Dimensionen des Balanciers führt nothwendig eine Verlängerung in der Dauer seiner Oscillationen herbei, und mithin eine Verzögerung in dem Gange der Uhr. Eine Zusammenziehung desselben bewirkt eben so eine Beschleunigung. Um diesem Uebel-

stande abzuhelfen haben die Künstler schon seit langer Zeit die einfachen oder aus vier Speichen mit einem zusammenhängenden Ringe aus einem einzigen Metall gebildeten Balanciers vertauscht gegen zusammengesetzte Balanciers. Man wird sich eine hinreichend richtige Idee von diesen letzteren machen, wenn man sich ein rechtwinkliges Kreuz von einem einzigen Metalle denkt, an dessen vier Enden vier getrennte Bogen befestigt sind, jeder gebildet aus zwei ungleich ausdehnbaren Metallen, die an beiden Enden vernietet sind. Diese doppelten Metallbogen müssen, wenn die Temperatur sich ändert, nothwendig ihre Krümmung und ihre Lage ändern, und offenbar mufs die Bewegung des freien Endes von jedem Bogen gegen das weniger ausdehnbare Metall gerichtet seyn, wenn die Temperatur steigt, und im entgegengesetzten Sinn, wenn die Temperatur sinkt. Daraus folgt, dafs im Moment, wo in Folge einer Temperaturerhöhung und dadurch bewirkten Ausdehnung die Speichen des Balanciers die an ihnen befestigten Enden der Bogen von der Rotationsaxe entfernen, die freien Enden derselben Bogen sich dagegen nach dieser Axe hin bewegen, *sobald das ausdehnsamere Metall aufserhalb befindlich ist.* Befindet sich dagegen das *ausdehnsamere* Metall *innerhalb*, so wird das Spiel der aus zwei Metallen gebildeten Bogen die Wirkungen der Verlängerung der Speichen nicht nur nicht schwächen oder ganz aufheben, sondern bedeutend erhöhen.

Das ist in der Hauptsache die Einrichtung des Jürgensen'schen Uhrthermometers. Das äufsere Metall ist von Platin, das innere von Messing, und um die Temperaturwirkungen noch mehr zu erhöhen, befindet sich an dem freien Ende eines jeden Bogens noch ein zweiter ähnlich eingerichteter Bogen.

Die Empfindlichkeit dieser Uhr ist so grofs, dafs eine Veränderung von einem Grad in der mittleren Temperatur in dem Gange der Uhr eine Veränderung von

fast 32 Secunden innerhalb 24 Stunden bewirkt. Bei dem Gebrauche derselben hat man sie nur in freier Luft aufzuhängen, und zunächst auszumitteln, bei welcher Temperatur sie genau 86400 Schläge in 24 Stunden macht. Der Unterschied zwischen 86400 und der wirklichen Anzahl von Oscillationen, die sie später in 24 Stunden macht, dient dann, mit Hülfe einer von Hrn. Jürgensen beigegebenen Tafel, zur Berechnung der *mittleren Temperatur*, die innerhalb dieses Zeitabschnitts stattgefunden hat. Um den Gebrauch dieser Uhr noch allgemeiner zu machen, besitzt sie auch ein Metallthermometer, das die jedesmalige Temperatur, und überdiefs die *Maxima* und *Minima* derselben angiebt.

3) *Vorkommen des Jods in verschiedenen Mineralien und in fern vom Meere wachsenden Pflanzen.* (Aus einem Briefe des Hrn. Yniestra, Hauptmanns in mexikanischen Diensten, an Hrn. Arago.) — Zur Zeit, als Vauquelin in einem mexikanischen Silbererze Jod entdeckte, erwiefs Hr. Del Rio, Professor der Mineralogie an unserer Bergschule, das Daseyn dieses Stoffs im Hornerz vom Berge Temeroso, im District Albarradon, Departement Zacatecas. Unser berühmte Bustamente fand auch Jod im Weifsbleierz aus der Grube von Catorce, im Departement Guanaxuato. Im J. 1834 machte ich selbst, gemeinschaftlich mit Hrn. Herrera, eine quantitative Analyse dieses Minerals. Man hat zu Mexico auch Jod in der *Sabila* und den *Romeritos* gefunden. Die Sabila ist eine Pflanze vom Geschlecht der *Agaven*, und wächst in Ebenen und auf den Gipfeln der Berge. Los Romeritos sind eine Art von Barilla, die in den schwimmenden Gärten auf den Süfswasserseen der Umgegend unserer Hauptstadt wachsen, und von Jedermann während der Fastenzeit gegessen werden [1]).

4) *Gediegenes Selen und Selenfossilien.* — Im *Phil. Mag. S. III Vol. VIII p.* 261, theilt Hr. Del Rio brieflich mit, dafs das nach ihm benannte Mineral *Riolit*,

1) *Ann. de chim. et de phys. T. LXII p.* 110.

welches für ein Biseleniet von Zink und Sulphuret von Quecksilber gehalten worden, nach seinen neueren Untersuchungen, *gediegenes Selen* sey, mit einer veränderlichen Beimischung von Sulfoseleniet von Quecksilber und Selenieten von Kadmium und Eisen; auch setzt er hinzu, der *Herrerit* oder *Culebrit*, ein Mineral, welches, nach der Analyse eines seiner Schüler, für kohlensaures Telluroxyd gehalten worden, sey nichts anderes als kohlensaures Zink und Nickel, mit etwas Kobalt! — In den *Compt. rend.* 1836, *II p.* 582, wird ferner gesagt, Hr. Del Rio habe ein Selenquecksilber analysirt, auf welchem sich *Jodquecksilber* in kleinen braunen Pünktchen befand.

5) *Vorkommen des Quecksilbers in Frankreich.* — Vor Kurzem hat man unfern des Fleckens *Peyrat-le Chateau*, im Dep. Haute-Vienne, Quecksilber entdeckt, unter Umständen, die anfangs den Verdacht erregten, es möchte wohl aus der Apotheke des ehemals dort gelegenen Schlosses Peyrat herstammen. Ein Hr. Alluaud hat indeſs die Oertlichkeit näher untersucht und sich bestimmt vom Gegentheil überzeugt. Das Quecksilber kommt auf der Esplanade des alten Schlosses wirklich natürlich vor, am Rande eines Plateaus, eingesprengt in einem feinkörnigen, sehr quarzreichen Granit, dessen Feldspath verwittert ist. Es ist aber nur ein Gang, der sich in Nichts von dem umgebenden Gestein unterscheidet, und etwa drei Zoll Mächtigkeit hat, worin das fein zertheilte regulinische Quecksilber angetroffen worden ist. An einen Bergbau darauf ist daher, nach Hrn. A., auch nicht zu denken, wiewohl ein Einwohner daselbst bereits über 12 Pfund davon gesammelt hatte. (*Ann. des Mines, T. IX p.* 415.)

6) *Zerlegung von Silicaten.* — Laurent hat eine verbesserte Methode zur Zerlegung der in Salzsäure nicht löslichen Silicate vorgeschlagen (*Annal. de chim. et de phys. T. LVIII p.* 427). — Vor einigen Jahren zeigte

ich, sagt Berzelius in seinem Jahresbericht, No. 16 S. 151 d. O., dafs man zur Zerlegung solcher Silicate die wasserhaltige Flufssäure, erhalten durch Auffangung der concentrirten Säure in einer angemessenen Menge abgekühlten Wassers, mit vieler Bequemlichkeit anwenden könne. Laurent's Verbesserung besteht nun darin, dafs man bei der Analyse die Flufssäure erst bereitet, nämlich das Pulver des zu zerlegenden Minerals in das Wasser legt, worin die Säure aufgefangen werden soll. Wenn diefs eine Verbesserung ist, so besteht sie darin, dafs man kein Gefäfs zur Aufbewahrung der Säure gebraucht; allein, abgerechnet die Unannehmlichkeit, dafs man bei jeder Analyse auf eine Flufssäure-Destillation achten mufs, hat sie noch den Nachtheil, dafs die Säure in einen für das Athmen gefährlichen Ueberschufs übergeht, und daher eine besondere Vorrichtung zu ihrer Entfernung verlangt, wie sie Laurent beschreibt. Das Pulver im Tiegel mufs oft umgerührt werden, aber die Säuredämpfe kommen in solchem Uebermafs, dafs man den kleinen Platinstift nicht mit den Fingern halten kann, sondern dazu einer besonderen Zange bedarf. Die Masse mufs beständig umgerührt werden, wenn sie sich nicht mit Klumpen von Kieselerde überziehen soll; und die Operation, die sich in einer Viertelstunde abmachen liefse, mufs so verlangsamt werden, dafs die Destillation wenigstens drei Viertelstunden dauert, wenn man nicht Gefahr laufen will, dafs die Masse durch die zuweilen eintretende heftige Einwirkung herausgeworfen wird. — Aus Allem ist klar, dafs Laurent die von mir angewandte Methode nie versucht hat, ehe er es unternahm, sie verbessern zu wollen.

1836. ANNALEN №. 12.
DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIX.

# I. *Fortsetzung der Untersuchungen über die Gestalt und die Dimensionen des Auges; von C. Krause in Hannover.*

(Vergl. diese Annalen, Bd. XXXI S. 93.)

Aus einer nicht unbeträchtlichen Reihe von Messungen menschlicher und Thier-Augen, die ich seit dem Erscheinen meiner Abhandlung in Meckel's Archiv f. A. u. Ph. Bd. VI, angestellt habe, hebe ich nur die folgenden aus, welche unter besonders günstigen Umständen an sehr frischen Augen vorgenommen wurden, und als vorzüglich zuverlässig sich darstellten. No. I in der folgenden Tabelle ist von einem dreifsigjährigen ertrunkenen Manne, und dasselbe Auge, welches a. a. O. mit No. II bezeichnet ist, hier aber, nach Wiederholung der Correctionsrechnungen, noch einmal aufgeführt wird. No. II ist das rechte Auge eines sechszigjährigen, No. III und IV das linke und rechte Auge eines vierzigjährigen, No. V und VI das linke und rechte Auge eines neunundzwanzigjährigen, No. VII und VIII dieselben eines einundzwanzigjährigen Mannes: ersterer hatte seinen Tod durch einen Schnitt in den Hals, der zweite durch Erhängen, der dritte und vierte durch Hinrichtung mit dem Schwerdte gefunden. Die Augen wurden 8 bis 24 Stunden nach dem Tode untersucht, nach der a. a. O. beschriebenen Methode, welche im Wesentlichen zu verändern ich keine Veranlassung fand, und bei mehrerer Uebung und Verbesserung der angewandten Instrumente, namentlich durch Gebrauch eines aplanatischen Mikroskops mit einem Sehfelde von $5\frac{1}{2}'''$ bei zwölfmaliger Vergröfserung, noch genauere Resultate lieferte als früher. Jenen acht

Augen füge ich nur zwei Thieraugen hinzu, von denen das eine durch seine Aehnlichkeit, das andere durch seine Verschiedenheit von den menschlichen auffallen wird: nämlich No. IX das Auge eines zweijährigen Makako (*Sim. cynomolgus*), und No. X das Auge eines 4½" langen Goldkarpfens (*Cyprin. aur.*).

Alle Dimensionen sind in Pariser Linien ausgedrückt; der gröfseren Zuverlässigkeit wegen sind aber die durch Messung unmittelbar gefundenen Werthe nur bis zu Hunderttheilen der Pariser Linien mitgetheilt, obgleich sowohl der angewandte Zirkelapparat als das Glasmikrometer mehrere dieser Werthe genauer angaben; gleichermafsen sind auch die aus den gemessenen Ordinaten und Abscissen mit Hülfe der Methode der kleinsten Quadrate berechneten Radien, Parameter und Axen bis auf Hunderttheile der Linie abgekürzt.

Augapfel.

| No. | Axe des Auges | | Durchmesser | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | transversaler. | senkrechter | | diagonaler | | |
| | | | | | | grofser | | kleiner |
| | äufsere. | innere. | | äufserer. | innerer. | äufserer. | innerer. | |
| I. | 10,9 | 9,85 | 10,9 | 10,8 | 9,9 | 11,25 | 10,3 | |
| II. | 11,05 | 10 | | 10,3 | 9,4 | 11,1 | 10,2 | 11,05 |
| III. | 10,7 | 9,8 | 10,7 | 10,5 | 9,6 | 11 | 10,2 | 10,6 |
| IV. | 10,5 | 9,5 | 10,6 | 10,3 | 9,5 | 10,9 | 10,1 | 10,7 |
| V. | 10,8 | 9,55 | 10,9 | 10,55 | 9,6 | 11,3 | 10,35 | 11, |
| VI. | 10,8 | 9,55 | 11 | 10,6 | 9,45 | 11,3 | 10,2 | 11,1 |
| VII. | 10,65 | 9,4 | 10,75 | 10,3 | 9,45 | 10,75 | 9,6 | 10,75 |
| VIII. | 10,65 | 9,45 | 10,75 | 10,3 | 9,15 | 10,9 | 9,75 | 10,7 |
| IX. | 8 | | 7,9 | 8 | | 8,4 | | |
| X. | 3,1 | | 4 | 3,8 | | | | |

## Hornhaut.

| No. | Dicke | | Vorderfläche | | | | | Hinterfläche | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | in der Mitte. | am Rande. | senkrechte. | Sehne transversale. | diagonale. | Radius $=r$. | Gröſster Bogen. | Sehne. | Parameter $=p$. |
| I. | 0,4 | 0,5 | | 4,6 | | 4,38 | 63° 21′ | 5,1 | 6,14 |
| II. | 0,35 | 0,5 | 4,8 | 5,3 | 4,9 | 4,12 | 80 3 | 5,0 | 5,55 |
| III. | 0,4 | 0,5 | | 5 | | 3,67 | 83 52 | 5,1 | 5,28 |
| IV. | 0,4 | 0,45 | 4,7 | 5,2 | | 3,91 | 83 21 | 5,2 | 6,22 |
| V. | 0,5 | 0,55 | 4,4 | 5 | 4,9 | 3,84 | 81 14 | 5 | 6,18 |
| VI. | 0,48 | 0,55 | 4,4 | 5 | 4,9 | 3,78 | 82 48 | 5 | 5,59 |
| VII. | 0,53 | 0,63 | 4,2 | 4,7 | 4,4 | 3,86 | 75 0 | 5 | 5,54 |
| VIII. | 0,5 | 0,62 | 4,2 | 4,6 | 4,4 | 3,72 | 76 23 | 4,9 | 4,31 |
| IX. | 0,35 | 0,45 | 4,2 | 4,4 | | 2,80 | 103 34 | 4,3 | 3,54 |
| X. | 0,022 | 0;05 | | 2,6 | | 2,60 | 60 0 | | |

| No. | Sclerotica. Dicke | | | Faltenkranz. | | Blendung. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Breite der | | Pupille. | |
| | in der Augenaxe. | am mittl. Umfang d. Augapfels. | am vorderen Rande. | Durchmesser des Faltenkranzes. | Entfernung von der Hornhaut. | inner. Hälfte. | äuſser. Hälfte. | Durchmesser | Entfernung v. der Hornhaut. |
| I. | 0,55 | 0,45 | 0,35 | 4,2 | 1,55 | 1,7 | 1,9 | 1,8 | 1 |
| II. | 0,5 | 0,35 | | 4,6 | 1,7 | 1,5 | 1,75 | 2,25 | 1,15 |
| III. | 0,45 | 0,4 | 0,35 | 4,4 | | 1,1 | 1,4 | 2,6 | 1,25 |
| IV. | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 4,5 | | | | | |
| V. | 0,65 | 0,4 | 0,3 | 4,6 | 1,55 | 1,7 | 1,9 | 1,4 | 1,1 |
| VI. | 0,65 | 0,5 | 0,3 | 4,6 | 1,55 | | | | 1,1 |
| VII. | 0,55 | 0,5 | 0,4 | 4,3 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 1,5 | 0,9 |
| VIII. | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 4,3 | 1,4 | 1,8 | 2 | 1,2 | 0,9 |
| IX. | 0,27 | 0,1 | | | | 1,2 | 1,1 | 2 | 0,8 |
| X. | 0,04 | | | | | | | 2,0 | 0,59 |

**Linse.**

| No. | Durchmesser. | Axe: der ganzen Linse. | Axe: der vorderen Hälfte. | Axe: der hinteren Hälfte. | Vorderfläche: halbe grofse Axe $= a$. | Vorderfläche: halbe kleine Axe $= b$. | Vorderfläche: Entfernung v. der Hornhaut | Hinterfläche: Parameter $= p$. | Hinterfläche: Entfernung v. der Retina. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 4,1 | 2 | 0,85 | 1,15 | 2,05 | 0,95 | 1,2 | 4,49 | 6,65 |
| II. | 4 | 1,9 | 0,78 | 1,1 | 2 | 0,91 | 1,35 | 4,99 | 6,8 |
| III. | 4,1 | 2,4 | 0,98 | 1,42 | 2 | 1,14 | 1,25 | 4,99 | 6,1 |
| IV. | 4,1 | 2,2 | 0,95 | 1,25 | 2,05 | 1,10 | 1,35 | 4,51 | 5,9 |
| V. | 4 | 1,85 | 0,65 | 1,2 | 2,03 | 0,83 | 1,25 | 4,83 | 6,4 |
| VI. | 4,1 | 2,35 | 0,8 | 1,55 | 1,95 | 0,98 | 1,2 | 4,53 | 6,0 |
| VII. | 4 | 1,8 | 0,78 | 1,02 | 2,03 | 0,95 | 1 | 4,09 | 6,65 |
| VIII. | 4 | 1,85 | 0,85 | 1 | 2 | 0,94 | 1 | 3,79 | 6,55 |
| IX. | 3,5 | 1,95 | | | 1,87 | 1,34 | 0,9 | $r =$ 1,92 | 4,5 |
| X. | 1,9 | 1,9 | | | | $r =$ 0,95 | 0,29 | $r =$ 0,95 | 0,81 |

**Hintere Wölbung.**

| No. | Axe des Ellipsoids der hinteren Wölbung der Retina: halbe grofse. | halbe kleine. | No. | Axen des Ellipsoids der hinteren Wölbung der Retina: halbe grofse. | halbe kleine. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 5,12 | 4,45 | VI. | 5,05 | 4,43 |
| II. | 5,05 | 4,15 | VII. | 5,05 | 4,41 |
| III. | 5,12 | 4,23 | VIII. | 4,93 | 4,19 |
| IV. | 5,07 | 4,41 | IX. | | |
| V. | 5,14 | 4,58 | X. | 1,82 | 1,41 |

Die folgenden Dimensionen, deren Bestimmung in jedem einzelnen Auge nicht von der Wichtigkeit ist, wie die in obiger Tabelle aufgeführten, sind die Mittelzahlen us vielen Messungen verschiedener menschlicher Augen:

Sclerotica.

| | |
|---|---|
| Durchmesser des Sehnervenloches | 1,3 |

Choroidea.

| | |
|---|---|
| Dicke am hinteren Umfange des Augapfels | 0,065 |
| - - mittleren - - - | 0,039 |
| Durchmesser ihres Sehnervenloches | 0,85 |

Orbiculus ciliaris.

| | |
|---|---|
| Länge der vorderen Fläche | 1,46 |
| - - inneren - (oder gröfste Dicke) | 0,44 |
| Durchmesser des Ringes | 5 |

Processus ciliares.

| | |
|---|---|
| Ganze Länge | 1,1 |
| Gröfste Höhe | 0,39 |
| Länge des vorderen Randes | 0,4 |
| Dessen Entfernung von der Uvea | 0,22 |

Iris.

| | |
|---|---|
| Dicke am Ciliarrande | 0,13 |
| - - Annulus minor | 0,19 |
| - - Annulus major | 0,29 |
| Länge des schrägen Abschnitts von der Vorderfläche zum Pupillarrande | 0,42 |

Retina.

| | |
|---|---|
| Dicke am hinteren Umfange des Augapfels | 0,073 |
| - - mittleren - - - | 0,037 |
| Länge der Centralfalte | 1,42 |
| Höhe - - | 0,52 |
| Höhe des Markhügels | 0,26 |
| Abstand seines Mittelpunktes vom hinteren Ende der inneren Augenaxe | 1,46 |

Canalis Petitii.

| | |
|---|---|
| Durchmesser von vorn nach hinten am Linsenrande | 0,5 |
| Breite | 0,35. |

Die Richtung und Endpunkte des senkrechten und queren Durchmessers des Augapfels wurden nach den Berührungsstellen der geraden Augenmuskeln mit dem gröſsten Umfange des Bulbus bestimmt: der groſse diagonale Durchmesser geht von innen (Nasenseite) und oben nach auſsen (Schläfenseite) und unten, der kleine diagonale Durchmesser von auſsen und oben nach innen und unten. Die gröſste Breite der Hornhaut liegt nicht genau im transversalen Durchmesser des Bulbus, sondern etwas nach dem groſsen Diagonaldurchmesser hingeneigt. Bei der Messung der inneren Augenaxe, vom Mittelpunkte der hinteren Fläche der Hornhaut bis zur Basis der Centralfalte der Retina, ist auf die Höhe dieser Falte nicht Rücksicht genommen, weil diese bei dem Durchschnitt des Auges immer mehr oder weniger getroffen, verletzt und verzerrt wird, daher man von ihrer Gestalt und Gröſsenverhältnissen durch zahlreiche Zergliederungen anderer Augen sich Kenntniſs verschaffen muſs. Die innere Augenaxe ist also in der That um so viel kürzer als die Höhe der Centralfalte beträgt, und da diese, so wie auch die hintere Wölbung der Retina selbst, höchst wahrscheinlich nicht unbedeutenden Veränderungen durch die Wirkung der Augenmuskeln unterworfen ist (eine der wichtigsten Mutationes internae und für die Ajustirung von groſser noch nicht gewürdigter Bedeutung), so wird die innere Augenaxe, bei verschiedenen Zuständen des Auges während des Lebens, bald länger, bald kürzer, und ihre Länge nur zwischen gewissen, noch nicht genau bekannten Gränzen zu bestimmen seyn. Diese Bemerkung bezieht sich auch auf den oben angegebenen Abstand der Linse von der Retina und auf die halbe kleine Axe der hinteren Wölbung der Netzhaut, indem in der Mitte der elliptischen Wölbung, so wie sie oben durch die (aus wenigstens 20 Coordinaten für jedes Auge berechneten) Axen bestimmt worden, die Centralfalte hervorspringt. (Vergl. Fig. 1 bei Meckel a. a. O.). Die anderen

Axen des Elliptoids der hinteren Wölbung können an demselben Auge, an welchem man den Durchschnitt im grofsen diagonalen Durchmesser gemacht hat, nicht durch unmittelbare Messungen von Coordinaten bestimmt werden; sie ergeben sich nur approximativ aus den äufseren Durchmessern des Augapfels nach Abrechnung der Dicke der Augenhäute; daher die Messung der individuell und stellenweis verschiedenen Dicke der Sclerotica nicht zu vernachlässigen ist.

Es ist hinsichtlich meiner Messungen der Dimensionen und Krümmungen im Auge geäufsert worden, dafs meine von Andern abweichenden Angaben von der individuell verschiedenen Beschaffenheit der Augen abhängen mögen, dafs Curven höherer Ordnung schon durch frühere Messungen gefunden worden, und solche Messungen nicht mit absoluter Schärfe angestellt werden konnten. Ersteres ist so richtig, dafs ich es deshalb für ganz unstatthaft halte, Mittelzahlen, selbst nur aus den Dimensionen zweier Augen eines Individuums zu ziehen, wie es von Andern geschehen ist. Wie jedes einzelne Auge in allen seinen Theilen seine eigenen Dimensionen und Krümmungen hat, die von denen anderer Augen oft beträchtlich abweichen, ergiebt sich aus einer aufmerksamen Betrachtung obiger Tabelle, worin auch einer der Gründe der täglichen Erfahrung nachgewiesen ist, dafs die meisten Menschen mit dem einen Auge besser sehen als mit dem anderen, oder dafs das eine Auge vor dem andern gewisse Vorzüge und zugleich gewisse Mängel besitzen kann. Interessant ist es zu sehen, wie bei einigen Augen in den Krümmungen der Flächen der Hornhaut und der Linse eine ziemliche Uebereinstimmung herrscht, z. B. in dem Auge No. VIII, in welchem die vier bezeichneten Flächen vorzüglich stark gekrümmt sind und das Auge wahrscheinlich bei weitem kurzsichtiger war, als das andere, No. VII. Dagegen scheint bei anderen Augen die stärkere Krümmung der einen Fläche durch

*menschlichen* Auge alle Krümm
kugelförmigen Vorderfläche der
rer Ordnung sind, ist mir bei
der Literatur dieses Gegenstan
den. Der Erreichung einer ab
sung steht allerdings Vieles e
todte Augen dieser Untersuchun
sie durchschneiden, und mufs ma
man Verzerrung und Verrücku
wegwerfen; die Ränder der Sc
chen Theilen stellen sich nicht ir
ther Schärfe dar, besonders da
der Luft betrachten kann, sonder
tersuchung in einer Flüssigkeit (
schwimmen mufs, dessen Brechu
zu beschauenden durchsichtigen T
nähert; daher das anzuwendende
züglich grofse Lichtstärke haben m
ses Hindernisse, welche auch bei
die Messungen anzustellen, nicht :
lege ich bei meinen

Zweitens nähert sich ohne Zweifel meine Methode, mittelst des Mikroskops und besonders eingerichteter Mikrometer für jede Curve mehrere Coordinaten bis auf Hunderttheile der Pariser Linie zu messen, bei weitem mehr der mathematischen Schärfe, als die bisherigen Messungen einiger Linien und Abstände mit dem Zirkel, oder die graphischen Methoden mit dem Sömmering'schen Spiegelchen, oder mit dem von Chossat angewandten Megaskop. Leider kann man nur eine Curve, die der Vorderfläche der Hornhaut, vor der Vollführung des Durchschnitts messen; ich habe dieses bei mehreren Augen ausgeführt, indem ich das Auge so lange drehete, bis der gröfste sichtbare Bogen der Hornhaut in dem Gesichtsfelde des aplanatischen Mikroskops sich scharf darstellte, alsdann eine Abscissenlinie vor der Hornhaut errichtete, und von diesen Ordinaten bis zur Vorderfläche der Hornhaut mafs. Der auf solche Weise ermittelte Radius wich nur um ein Geringes von dem späterhin nach dem Durchschnitt gefundenen ab; so z. B. betrug

bei dem Auge No. VI der erstere 3,7550, der letztere 3,7827
- - - - VII - - 3,6150, - - 3,7224

Welchen Grad von Genauigkeit und Zuverlässigkeit die einzelnen Messungen haben, und ob dieser zur Bestimmung höherer Curven als Kreise hinlänglich ist, wird durch einige Beispiele nachzuweisen seyn. Es sind bei Berechnung der gemessenen Werthe im Allgemeinen die Ordinaten als richtig angenommen, wozu die Einrichtung des mikrometrischen Apparates berechtigte; dagegen sind die Messungsfehler in den Abscissen gesucht, da beim Messen derselben einige Hunderttheile der Linie abgeschätzt werden mufsten.

In dem Auge No. I (No. II bei Meckel, a. a. O. S. 113, woselbst die Werthe der einzelnen gemessenen Linien mitgetheilt sind und nachgesehen werden können) sind für die Vorderfläche der Hornhaut vier Coordinaten gemessen; diese betragen — der Radius als Abscissenlinie —

| $y$ | $x$ |
|---|---|
| $y = 1{,}50$ | $x = 0{,}28$ |
| 1,75 | 0,37 |
| 2,00 | 0,50 |
| 2,25 | 0,60. |

Aus diesen berechnet sich der Halbmesser der Vorderfläche der Hornhaut $r = 4{,}3826$. Vergleicht man die zu diesem Radius gehörenden Abscissen mit den wirklich gemessenen Abscissen, so erhält man die Fehler der Messungen:

| Gemessen. | Berechnet. | Correctionen der Messungen. |
|---|---|---|
| $x = 0{,}28$ | $x' = 0{,}2647$ | $x - x' = -0{,}0153$ |
| 0,37 | 0,3646 | $-0{,}0054$ |
| 0,50 | 0,4829 | $-0{,}0171$ |
| 0,60 | 0,6215 | $+0{,}0215$. |

Die zu corrigirenden Fehler der Messungen betragen also zwischen $\frac{1}{185}$ und $\frac{1}{46}$ einer Pariser Linie, womit man gewiſs zufrieden seyn kann; andere Messungen sind noch genauer ausgefallen, z. B. für die Vorderfläche der Hornhaut des Auges No. VIII:

| Gemessen. | | Berechnet für den Radius 3,7224. | Correctionen der Messungen. |
|---|---|---|---|
| $y = 0{,}50$ | $x = 0{,}03$ | $x' = 0{,}0324$ | $x - x' = +0{,}0024$ |
| 1,00 | 0,13 | 0,1369 | $-0{,}0031$ |
| 1,50 | 0,32 | 0,3163 | $-0{,}0037$ |
| 2,00 | 0,58 | 0,5842 | $+0{,}0042$ |

also die Messungsfehler betragen hier nur $\frac{1}{323}$ bis $\frac{1}{238}$ einer Linie. Drückt man die Genauigkeit jener beiden Reihen von Messungen durch $P$ aus, so erhält man nach einer bekannten Formel für die erstere:

$P = 11977$, für die zweite aber

$P = 173004$;

die Messung der Vorderfläche der Hornhaut ist also bei dem Auge No. VIII um vierzehnmal genauer ausgefallen, als bei dem Auge No. I.

Dafs Messungen von solcher Präcision völlig hinreichen, die Curven im Auge mit ziemlicher Sicherheit zu bestimmen, wird aus folgenden Beispielen anschaulich werden, die ich wiederum von dem Auge No. I nehme, da für dieses Auge die specielleren Daten bei Meckel, a. a. O. S. 113 bis 116, Columne II, zu beliebiger Prüfung nachgesehen werden können; obgleich die Messungen der anderen Augen zum Theil noch beträchtlich schärfer sich darstellen.

Die Werthe der Coordinaten für die Hinterfläche der Hornhaut dieses Auges lassen sich zwar zu einem Radius von 3,2309 vereinigen, weit besser aber zu einem Parameter von 6,1443, indem bei letzterem die Messungsfehler kleiner, dagegen $P$ oder der Ausdruck für die Genauigkeit der Untersuchung gröfser ausfällt.

| Gemessen. | | Berechnet. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $p=6{,}1443$ | Correct. der Messung. | $r=3{,}2309$ | Correct. der Messung. |
| $y=0{,}75$ | $x=0{,}09$ | $x'=0{,}0915$ | $x-x'=+0{,}0015$ | $x''=0{,}0883$ | $x-x''=-0{,}0017$ |
| 1,00 | 0,16 | 0,1627 | +0,0027 | 0,1585 | −0,0015 |
| 1,25 | 0,26 | 0,2543 | −0,0057 | 0,2515 | −0,0085 |
| 1,50 | 0,36 | 0,3662 | +0,0062 | 0,3694 | +0,0094 |
| 1,75 | 0,51 | 0,4984 | −0,0116 | 0,5150 | +0,0050 |
| 2,00 | 0,64 | 0,6510 | +0,0110 | 0,6935 | +0,0535 |
| | | | $P=53725$ | | $P=5896$ |

Diese Reihe von Messungen pafst also neunmal besser zu einer Parabel als zu einem Kreise.

Aus den Coordinaten für die Vorderfläche der Linse findet man entweder eine elliptische Krümmung,

deren halbe grofse Axe $= a = 2,05$ und
deren halbe kleine Axe $= b = 0,95$

beträgt, oder eine sphärische Krümmung vom Halbmesser $= r = 3,6987$:

| $a = 2,05$ | |
|---|---|
| $b = 0,95$ | $r = 3,6987.$ |
| Correctionen der Messungen. | Correctionen der Messungen. |
| — 0,0014 | + 0,0040 |
| + 0,0059 | — 0,0031 |
| — 0,0007 | + 0,0178 |
| — 0,0029 | + 0,0177 |
| — 0,0016 | + 0,0179 |
| — 0,0148 | — 0,0198 |
| $P = 134695$ | $P = 13156.$ |

Die Wahrscheinlichkeit, dafs die Vorderfläche der Linse nach einer Ellipse sich krümme, ist also zehnmal gröfser, als dafs diese Curve ein Kreis sey.

Hintere Fläche derselben Linse:

| $p = 4,49209$ | $r = 2,52667.$ |
|---|---|
| Correctionen der Messungen. | Correctionen der Messungen. |
| + 0,0056 | + 0,0001 |
| + 0,0052 | — 0,0069 |
| — 0,0073 [1]) | — 0,0235 |
| — 0,0021 | — 0,0189 |
| + 0,0008 | — 0,0063 |
| + 0,0017 | + 0,0244 |
| $P = 106111$ | $P = 11305.$ |

1) Bei Meckel, a. a. O. S. 115 letzte Columne Z. 9 v. u., ist zu lesen 0,92 anstatt 0,93; letzterer Werth würde einen noch geringeren Messungsfehler ergeben.

Diese Beispiele werden hinreichen, für meine Bestimmungen der Krümmungsflächen der strahlenbrechenden Theile des Auges ein großes Vertrauen zu erwecken. In welchem Grade sie für die physikalische Theorie des Sehens fruchtbar werden dürften, muſs aus ihrer Anwendung zu Untersuchungen sich ergeben, auf welche ich mich hier nicht einlassen kann. Will man die Sache auf die bisherige Weise behandeln, so darf man nur die den wirklich vorhandenen höheren Curven am nächsten kommenden Kreise nehmen, so wird man immerhin noch schärfere Bestimmungen ihrer Radien haben, als alle bisher bekannten.

Es sind indessen, um die Einrichtung der strahlenbrechenden Theile genauer zu kennen, noch einige wichtige Verhältnisse zu ermitteln. Erstens nämlich die Abweichung der Axen der Hornhaut und der Linse von der Axe des Augapfels, welche ohne Zweifel zuweilen stattfindet, aber keinesweges in allen Augen. Sie ist schwer zu ermitteln, da man, wenn sie sich sehr merklich zeigt, immer befürchten muſs, daſs die Theile bei dem Durchschnitt des Auges eine kleine Verrückung oder Verzerrung erfahren haben, und man bei einem solchen Verdachte die Untersuchung aufgeben und das Auge wegwerfen muſs. Bei dem Auge No. III, an welchem unter einer verhältniſsmäſsig starken Vergröſserung aller Theile in unverrückter Lage und die Curven vollkommen regelmäſsig sich darstellen, wich die Axe der Hornhaut um 1° 26′ von der Axe des Glaskörpers nach auſsen hin ab. — Zweitens muſs eine genaue Bestimmung des Brechungsvermögens der durchsichtigen Theile in jedem einzelnen Auge von groſsem Werthe seyn. Wir haben zwar darüber, namentlich von Brewster, sehr schätzbare allgemeine Angaben; es ist aber sehr wahrscheinlich, daſs die Brechungsvermögen in jedem einzelnen Auge ähnlichen individuellen Variationen unterworfen sind, als die Curven; und es muſs wünschenswerth seyn, dasselbe in den-

selben Augen, welche man den Messungen der Curven unterwirft, bestimmen zu können. Es ist dieses aber unmöglich, da man, um den Durchschnitt mit möglichster Schonung für das Auge zu bewerkstelligen, diesen unter (eiweifshaltigem) Wasser vollführen mufs, daher die Aufsammlung des Humor aqueus nicht zu erreichen steht, und auch die brechende Kraft der Linse und des Humor vitreus durch das Eindringen des Wassers verändert werden können. An eine sichere Bestimmung des Brechungsvermögens der Hornhaut selbst, welches überhaupt noch nicht berücksichtigt worden, ist gar nicht zu denken, da dieses durch das Einschneiden der Hornhaut und das Ausfliefsen des Humor aqueus verändert werden mufs. — Um wenigstens die Gränzen kennen zu lernen, zwischen welchen das Brechungsvermögen der Theile verschiedener Augen variiren kann, in ähnlicher Art, wie die obige Tabelle die Varietäten der Curven zeigt, mufs man eine grofse Anzahl von Augen in dieser Hinsicht untersuchen. Zu diesem Zweck bietet sich die bekannte Brewster'sche Méthode, das Brechungsvermögen kleiner Mengen flüssiger und festweicher Substanzen durch das Mikroskop zu bestimmen, zunächst dar, und es hält nicht schwer, sich auf dieses Verfahren einzuüben. Es ergiebt sich bei dieser Methode aber eine grofse Unsicherheit, durch die Kraft des Auges, auch beim Gebrauch optischer Instrumente, verschiedenen Entfernungen sich anzupassen. Man darf keine Objective von sehr kurzer Focaldistanz nehmen, weil sonst die Veränderungen der Distanzen vor und nach der Anbringung der zu untersuchenden Flüssigkeit zu klein für genaue Messung ausfallen. Bei einer Einrichtung eines Mikroskops zu dreifsigmaliger Vergröfserung mit biconvexem, nicht achromatischem Objectiv, kann mein rechtes Auge auf eine Veränderung von 0''',4 des Abstandes des Objectivs vom Objecte sich ajustiren; freilich nicht unbewufst und nicht ohne Anstrengung. Repetitionen eines und desselben Versuches ergeben aber

eine unbewufste Adjustirung auf Veränderungen der Focaldistanz um 0''',2, welche die Zahl des Brechungsverhältnisses schon in der zweiten Decimalstelle unsicher machen. Ich werde daher einen anderen Apparat mir anfertigen lassen und Beobachtungen über diese wichtigen Verhältnisse anstellen; es fragt sich aber, ob nicht schon aus der genauen Ermittlung der Dimensionen, Abstände und Curven, so wie obige Tabelle sie enthält, das Brechungsvermögen ziemlich annähernd sich werde finden lassen?

---

## II. *Bericht an die Academie der Wissenschaften zu Paris über Hrn. Melloni's Versuche in Betreff der strahlenden Wärme; von Hrn. Biot.*

(Schlufs von S. 460.)

---

### Strahlung des glühenden Platins durch Glas.

Diese Beobachtungen bieten eigenthümliche Schwierigkeiten dar, weil man diese Strahlung, wegen ihrer raschen Schwächung, nicht in grofse Dicken verfolgen kann, und folglich über die Elemente der Formeln, durch welche man dieselbe darstellen soll, in gröfserer Unsicherheit bleibt; indefs mit dieser unvermeidlichen Beschränkung findet dieselbe Form von Integralen noch ihre Anwendung.

Hier zunächst die hyperbolische Entwicklung. Diese Annäherung geschieht auf eine sehr genügende Weise in der Annahme $n$ sey 2,5. Die Formel ist:

$$z_x = \frac{155{,}18 + 19{,}526 \, . \, x}{x + 2{,}5},$$

oder was auf dasselbe zurückkommt:

$$z = 19{,}526 = \frac{106{,}365}{x+2{,}5}.$$

| Dicke in Millimetern. | Fluth hyperbolische. Berechnet. | Fluth gesammte. Beobachtet. | Ueberschufs der letzteren. |
|---|---|---|---|
| 0,0 | 62,07 | 92,30 | +30,23 |
| 0,5 | 54,71 | 62,10 | + 7,39 |
| 1,0 | 50,42 | 51,52 | + 1,10 |
| 1,5 | 45,85 | 46,12 | + 0,27 |
| 2,0 | 42,90 | 42,82 | — 0,08 |
| 3,0 | 38,60 | 38,32 | — 0,28 |
| 4,0 | 35,62 | 35,82 | + 0,20 |
| 5,0 | 33,44 | 33,97 | + 0,55 |
| 6,0 | 31,77 | 33,32 | + 0,55 |
| 7,0 | 30,46 | 30,82 | + 0,36 |
| 8,0 | 29,39 | 29,62 | + 2,23 |

Man sieht, dafs eine bedeutende Portion für die raschen Exponentiellen übrig bleibt. Gehen wir jetzt zur Tafel über, welche die vollständigen Integrale liefern; man mufste deren drei nehmen, um die Beobachtungen mit genügender Genauigkeit zu umfassen.

Strahlung des glühenden Platins durch Glas, berechnet durch die vollständigen Integrale.

| Millimetrische Abscissen. | Fluth, bestehend: ganz aus raschen | aus raschen u. langsam. | ganz aus langsamen | Gesammtfluth. Berechnet. | Beobachtet. | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Exponentiellen. | | | | | |
| 0 | 19,06 | 39,32 | 33,92 | 92,30 | 92,30 | 0 |
| 0,5 | 1,40 | 27,04 | 33,62 | 62,06 | 62,10 | —0,04 |
| 1,0 | 0,10 | 19,12 | 33,11 | 52,33 | 51,52 | +0,81 |
| 1,5 | 0,01 | 13,81 | 33,05 | 46,87 | 46,12 | +0,75 |
| 2 | | 10,13 | 32,77 | 42,90 | 42,82 | +0,08 |
| 3 | | 5,64 | 32,21 | 37,85 | 38,32 | —0,47 |
| 4 | un- | 3,25 | 31,67 | 34,92 | 35,82 | —0,90 |
| 5 | merk- | 1,92 | 30,90 | 32,82 | 33,97 | —1,15 |
| 6 | lich | 1,15 | 30,62 | 31,77 | 32,32 | —0,55 |
| 7 | | 0,70 | 30,11 | 30,81 | 30,82 | —0,01 |
| 8 | | 0,44 | 29,62 | 30,06 | 29,62 | +0,44 |

Die Ausdrücke, nach welchen diese Tafal berechnet ist, sind folgende: Formel für die Fluth von langsamer Absorption:

$$\zeta_x = \frac{n\zeta_0 w_2^x \left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^n\right](x+n)}$$

$$\zeta_0 = 33{,}92 \text{ ; } n = 2{,}5 \text{ ; } \log\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = 0{,}9847080-1$$

$$\log w_2 = 0{,}0000000.$$

$w_2$ kommt der Einheit so nahe, dafs man die Abweichung davon bei den Dicken, welche die Beobachtungen umfassen, vernachlässigen kann.

Formel für die mittlere Fluth:

$$\zeta_x = \frac{n\zeta'_0 b_2^x \left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^x\right](x+n)}$$

$$\zeta'_0 = 39{,}32 \text{ ; } n = 2{,}5 \text{ ; } \log b_2 = 0{,}8331460-1$$

$$b_1 = 0{,}0000000.$$

$b_1$ ist so klein, dafs man es bei den kleinsten Dikken, welche die Beobachtungen zu erreichen vermögen, als unmerklich ansehen kann.

Die beiden vorstehenden Fluthen geben die hyperbolische Entwicklung wieder. Vereinigt hinterlassen sie bei den kleinen Dicken einen beträchtlichen Rückstand, welcher so rasch erlöscht, dafs er bei der Dicke von einem Millimeter fast unmerklich wird. Da keine intermediären Beobachtungen zu seiner Charakterisirung vorhanden waren, so konnte man ihn nur durch eine einfache Exponentielle darstellen, was übrigens hinreicht die Schnelligkeit seiner Auslöschung wiederzugeben. Zu dem Ende hat man genommen:

$$\zeta_x = \zeta''_0 a_2^x.$$

Die Constanten haben folgende Werthe:

$$\zeta''_0 = 19{,}06 \qquad \log a_2 = 0{,}7320102-2.$$

Strahlung des glühenden Platins durch klaren Bergkrystall.

Hier erhält man, für die hyperbolische Entwicklung die Acquidifferenz mit einer sehr guten Annäherung, wenn man $n=7$ nimmt; alsdann ist die Formel dieser Entwicklung:

$$z_x = \frac{491{,}142 + 29{,}213 \, . \, x}{x+7},$$

oder, was auf dasselbe hinausläuft:

$$z_x = 29{,}213 + \frac{286{,}651}{x+7}.$$

Die daraus sich ergebenden Werthe der Durchgänge zeigt folgende Tafel:

| Dicke in Millimetern. | Fluth hyperbolische. Berechnet. | Fluth gesammte. Beobachtet. | Ueberschufs der letzteren. |
|---|---|---|---|
| 0 | 70,163 | 92,30 | +22,137 |
| 1 | 65,044 | 65,10 | + 0,056 |
| 2 | 61,063 | 60,55 | — 0,51 |
| 3 | 57,878 | 57,55 | — 0,328 |
| 4 | 55,272 | 55,30 | + 0,028 |
| 5 | 53,100 | 53,30 | + 0,200 |
| 6 | 51,263 | 51,40 | + 0,137 |
| 7 | 49,474 | 49,75 | + 0,276 |
| 8 | 48,323 | 48,40 | + 0,077 |

Man sieht, dafs hier, wie beim Glase, die gesammte Fluth eine bedeutende Portion von Wärmestrahlen enthält, die mit aufserordentlicher Schnelligkeit erlöschen. Noch besser zeigen diefs die vollständigen Integrale, von denen wir hier, wie beim Glase und aus dem nämlichen Grunde, gezwungen waren drei anzuwenden.

**Strahlung des glühenden Platins durch klaren Bergkrystall, berechnet durch die vollständigen Integrale.**

| Millimetrische Abscissen. | Fluth, bestehend: ganz aus raschen | aus raschen u. langsam. | ganz aus langsamen. Exponentiellen. | Gesammte Fluth. Berechnet. | Beobachtet. | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 22,16 | 37,44 | 32,69 | 92,29 | 92,30 | 0,0 |
| 0,5 | 2,07 | 34,77 | 32,66 | 69,50 | 69,50 | 0,0 |
| 1,0 | 0,19 | 32,63 | 32,41 | 65,24 | 65,10 | +0,14 |
| 1,5 | 0,02 | 30,35 | 32,60 | 62,97 | 62,50 | +0,47 |
| 2,0 | | 28,50 | 32,57 | 61,07 | 60,55 | +0,52 |
| 3,0 | | 25,38 | 32,51 | 53,89 | 57,55 | +0,34 |
| 4,0 | un- | 22,82 | 32,45 | 55,27 | 55,30 | —0,03 |
| 5,0 | merk- | 20,70 | 32,39 | 53,09 | 53,30 | —0,21 |
| 6,0 | lich | 18,90 | 32,33 | 51,23 | 51,40 | —0,17 |
| 7,0 | | 17,77 | 32,26 | 50,03 | 49,75 | +0,28 |
| 8,0 | | 16,03 | 32,21 | 48,24 | 48,40 | —0,16 |

**Formel für die ganz aus langsamen Exponentiellen bestehende Fluth:**

$$\zeta_x = \frac{n\zeta_0 w_2^x \left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^n\right](x+n)}.$$

**Die Werthe der Constanten sind:**

$$\zeta_0 = 32{,}694 \; ; \; n=7 \; ; \; \log\left(\frac{w_1}{w_2}\right) = 0{,}9983461-1$$

$$\log w_2 = 0{,}0000000.$$

**$w_2$ ist für die ganze Ausdehnung der beobachteten Dicken beinahe gleich Eins.**

**Formel für die mittlere Fluth:**

$$\zeta_x = \frac{n\zeta'_0 b_2^x \left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^n\right](x+a)}$$

**mit den folgenden Werthen der Constanten:**

$$\zeta'_0 = 37{,}442 \; ; \; n=7 \; ; \; \log b_2 = 0{,}9953359-1$$

$$b_1 = 0{,}0000000.$$

$b_1$ ist für die kleinsten Dicken, welche die Beobachtungen erreichen konnten, unmerklich.

Formel für die rasche Fluth. Einfache Exponentielle wie beim Glase:

$$\zeta_x = \zeta''_0 \, a_2^x$$

mit den folgenden Werthen der Constanten:

$$\zeta''_0 = 22{,}164 \; ; \; \log a_2 = 0{,}9406444 - 3.$$

Strahlung des bis 400 C. erhitzten Kupfers im Glase.

Die Aequidifferenz ist hier für die hyperbolische Entwicklung sehr annähernd gegeben, wenn man $n$ oder $m+1$ gleich Null macht. Und dann stellt sich diese Entwicklung unter der einfachen Formel dar:

$$z_x = \frac{8{,}747}{x}.$$

Die daraus sich ergebenden Durchgänge, verglichen mit der gesammten Fluth, zeigt folgende Tafel:

| Dicke in Millimetern. | Fluth hyperbolische. Berechnet. | Fluth gesammte. Beobachtet. | Ueberschufs der gesammten Fluth. |
|---|---|---|---|
| 0,5 | 17,49 | 14,40 | —3,09 |
| 1,0 | 8,75 | 9,90 | +1,15 |
| 1,5 | 5,83 | 6,68 | +0,85 |
| 2 | 4,37 | 4,95 | +0,58 |
| 4 | 2,92 | 2,85 | —0,07 |
| 4 | 2,19 | 2,03 | —0,16 |
| 5 | 1,75 | 1,50 | —0,25 |
| 6 | 1,46 | 1,35 | —0,11 |
| 7 | 1,25 | 1,28 | +0,03 |
| 8 | 1,09 | 1,12 | +0,03 |

Der negative Ueberschufs —3,09 bei der Dicke 0,5 zeigt, dafs schon bei dieser Dicke der Hyperbelzweig, welcher die Axe der $y$ zur Asymptote hat, sich über die wahre Curve erhebt; im ganzen übrigen Rest sind die Abweichungen von einer Ordnung, für die man bei so schwachen Transmissionen schwerlich bürgen kann. Mit

etwas geringeren Abweichungen läfst sich diese Entwicklung durch folgendes einfache Integral, das für alle Dikken gültig bleibt, ersetzen:

$$z_x = -\frac{92,3}{log_1 b_1} \cdot \frac{(1-b_1^x)}{x}.$$

Die einzige Constante $b_1$ hat den folgenden Werth: $log_1 b_1 = -10,5521900$, woraus $log\, b_1 = 0,4172423 - 5$, so dafs der vorstehende Ausdruck gleich kommt:

$$z_x = 8,747 \frac{(1-b_1^x)}{x}.$$

Die ungemeine Kleinheit des exponentiellen Zweiges $b_1$ macht $b_1^x$ unmerklich, selbst ehe $x$ gleich 1 ist; allein zur Berechnung von $z_{0,5}$ mufs man es berücksichtigen. Alle Durchgänge bei gröfseren Dicken kommen also mit dem Resultat der hyperbolischen Entwicklung überein, so weit sich wenigstens aus der, wegen Schwäche der Durchgänge, engen Gränze der Beobachtungen schliefsen läfst. Wir haben daher auch nicht geglaubt, durch verwickeltere Formeln eine unvermeidliche Ungewifsheit verstecken zu müssen. Folgende Tafel enthält übrigens die so vervollständigten Resultate:

Strahlung des Kupfers von 400° C. durch Glas, berechnet durch das bestimmte Integral.

| Dicke in Millimetern. | Durchgelassene Fluth. | | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|
| | Berechnet. | Beobachtet. | |
| 0 | 92,3 | 92,3 | 0,0 |
| 0,5 | 16,6 | 14,4 | +2,2 |
| 1,0 | 8,75 | 9,90 | —1,15 |
| 1,5 | 5,83 | 6,68 | —0,85 |
| 2 | 4,37 | 4,95 | —0,58 |
| 3 | 2,92 | 2,85 | +0,07 |
| 4 | 2,19 | 2,03 | +0,16 |
| 5 | 1,75 | 1,50 | +0,25 |
| 6 | 1,46 | 1,35 | +0,11 |
| 7 | 1,25 | 1,28 | —0,03 |
| 8 | 1,09 | 1,13 | —0,04 |

**Strahlung des bis 400° C. erhitzten Kupfers durch klaren Bergkrystall.**

Hier erhält man die Aequidifferenz sehr gut für die hyperbolische Entwicklung, wenn man $m+1=1{,}9=n$. Die daraus hervorgehende Formel für diese Entwicklung ist:

$$\zeta_x = \frac{31{,}25293 + 1{,}7762 . x}{x + 1{,}9}.$$

Die folgende Tafel zeigt davon die Anwendung:

| Dicke in Millimetern. | Fluth hyperbolische. Berechnet. | Fluth gesammte. Beobachtet. | Ueberschufs der gesammten Fluth. |
|---|---|---|---|
| 0 | 16,45 | 92,30 | +75,85 |
| 0,5 | 13,39 | 14,70 | + 1,31 |
| 1 | 11,39 | 11,25 | — 0,14 |
| 1,5 | 9,98 | 9,70 | — 0,28 |
| 2 | 8,93 | 8,68 | — 0,25 |
| 3 | 7,47 | 7,30 | — 0,17 |
| 4 | 6,50 | 6,60 | + 0,10 |
| 5 | 5,70 | 5,95 | + 0,25 |
| 6 | 5,31 | 5,38 | + 0,07 |
| 7 | 4,91 | 4,93 | + 0,02 |
| 8 | 4,59 | 4,55 | — 0,04 |

Hier bleiben die Intensitäten der Durchgänge weit länger merklich als beim Glase. Allein sonst sind die Analogien einleuchtend. So sieht man, dafs ein bedeutender Theil der Fluth vor der Dicke 0,5 ausgelöscht wird, und überdiefs zeigt sich das Glied in $x$, welches im Glase fast Null war, hier sehr schwach. Der ganze Unterschied besteht also fast darin, dafs die durchgänglichsten Theile der Strahlung sich im Glase weniger weit wie im Bergkrystall erstrecken.

Um von der hyperbolischen Entwicklung zu den vollständigen Integralen überzugehen, haben wir zunächst, mit Hülfe einer ganz aus sehr langsamen Exponentiellen bestehenden Fluth, das Glied in $x$ verschwinden lassen, worauf dann der Rest durch ein anderes etwas weniger

langsames Integral leicht ausgedrückt wird; endlich hat man für die erste Portion der gesammten Fluth, deren Auslöschung in zu kleinen Dicken geschieht, um noch beobachtbar zu seyn, eine einfache Exponentielle angewandt. Die lange Fortpflanzung der langsamen Fluth und ihre bei grofsen Dicken noch merkliche Ausdehnung wird vollkommen durch die beim Rauchtopas gemachten Beobachtungen bestätigt, wo, selbst bei 86 Millimeter, die Intensität der durchgelassenen Fluth noch 0,65 beträgt. Die für diese Dicke nach unserer Formel für die Fluth gemachte Rechnung giebt 0,91; der Unterschied 0,26 begreift das, was vielleicht von der verschiedenen Natur des Krystalls herrührt, so wie die unvermeidlichen Beobachtungsfehler. Und doch war diese grofse Dicke von 86 Millimeter durchaus nicht zur Bestimmung der Constanten unserer Formeln angewandt.

Strahlung des bis 400° C. erhitzten Kupfers durch klaren Bergkrystall, berechnet durch die vollständigen bestimmten Integrale.

| Dicke in Millimeter. | Fluth, bestehend: ganz aus raschen | aus raschen und langsamen | ganz aus langsamen Exponentiellen | Gesammte Fluth. Beobachtet. | Berechnet. | Ueberschufs der Rechnung. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 75,851 | 14,673 | 1,776 | 92,30 | 92,30 | 0 |
| 0,5 | 1,200 | 11,616 | 1,774 | 14,59 | 14,70 | —0,21 |
| 1 | 0,018 | 9,613 | 1,773 | 11,404 | 11,25 | +0,154 |
| 1,5 | | 8,193 | 1,771 | 9,970 | 9,70 | +0,27 |
| 2 | | 7,148 | 1,769 | 8,917 | 8,675 | +0,242 |
| 3 | | 5,676 | 1,766 | 7,442 | 7,30 | +0,142 |
| 4 | un- | 4,725 | 1,763 | 6,488 | 6,60 | —0,112 |
| 5 | merk- | 4,040 | 1,760 | 5,80 | 5,95 | —0,15 |
| 6 | lich | 3,529 | 1,756 | 5,285 | 5,375 | —0,09 |
| 7 | | 3,132 | 1,753 | 4,885 | 4,925 | —0,04 |
| 8 | | 2,816 | 1,749 | 4,565 | 4,55 | +0,015 |
| 86 | | 0,314 | 0,559 | 0,913 | 0,650(1) | +0,26 |

1) Die Beobachtung bei 0mm,86 Dicke wurde nicht an demselben klaren Bergkrystall gemacht, sondern an einem Rauchtopas. Sie

Formel für die langsame Fluth:

$$\zeta_x = \frac{n\zeta_0 w_2^x \left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{w_1}{w_2}\right)^n\right](x+n)}$$

Werthe der Constanten:

$\zeta_0 = 1{,}7762$ ; $n = 1{,}9$ ; $\log w_1 = 0{,}9983461 - 1$

$\log w_2 = 0{,}0000000.$

$w_2$ kommt der Einheit so nahe, dafs man es für den Umfang der beobachteten Dicken $=1$ setzen kann.

Formel für die mittlere, die hyperbolische ergänzende Fluth:

$$\zeta_x = \frac{n\zeta'_0 b_2^x \left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^{x+n}\right]}{\left[1-\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^n\right](x+n)}$$

$\zeta' = 14{,}6727$ ; $n = 1{,}9$

$\log b_2 = 0{,}0000000$ ; $b_1 = 0{,}0000000.$

$b_1$ ist so klein, dafs es bei allen beobachteten Dicken vernachlässigt werden kann; und $b_2$ ist so wenig von Eins verschieden, dafs man es hier $=1$ setzen kann.

Formel für die Fluth von rascher Auslöschung:

$$\zeta''_x = {}_1\zeta''_0 b_2^x$$

$\zeta''_0 = 75{,}851$ ; $\log a_2 = 0{,}3983585 - 4.$

Obgleich wir keineswegs die vorstehenden Formeln als den einzigen und nothwendigen Ausdruck der obigen Phänomene ausgeben wollen, so scheint uns doch, dafs sie das Daseyn eines beträchtlichen und charakteristischen Unterschiedes zwischen den Portionen der Wärmefluth, die bei einigen Millimetern erlöschen, und denen, die sich noch bei 50 oder 100 Mal gröfseren Dicken in merkbarer Weise fortpflanzen, wirklich nachweisen.

---

ist durchaus nicht zur Bestimmung der Elemente der Formel gebraucht, sondern nur angeführt, um zu zeigen, dafs die Formel sich auch bis zu solchen Dicken erstreckt.

Nachdem wir so die allgemeinen physischen E
schaften der Wärmefluthen, sowohl diejenigen, w
ihnen eigen sind, und, wie es scheint, beim Act de
sendung eingeprägt werden, als auch die Abänder
welche sie beim Durchgange durch absorbirende
erleiden, nach den Versuchen des Hrn. Mellon
nen gelehrt haben, wird es uns leicht, eine groſ
zahl anderer wichtigen Versuche, welche Hr. Me
uns ebenfalls als Anwendungen seines Apparats
hat, zu verstehen und zu erklären. Denn sie sin
nur sehr einfache und sehr genaue Anwendunge
jenen, sondern die Erscheinungen, welche sie dar
und von denen einige uns überraschend, ja räth
erscheinen könnten, erweisen sich als sehr einfach
gerungen unserer Resultate. Der einfachste Bewe
dieser Behauptung liegt darin, daſs man die neue
suche nur anzuführen braucht, um ihre Resultate s
zu verstehen.

Nehmen wir zunächst den Versuch, durch w
Hr. Melloni beweist, daſs die Wärme beim schief
tritt in die Körper eine ähnliche Brechung erleid
das Licht [1]. Zur Anstellung dieses Versuches gel
man nur ein Prisma von Steinsalz, einer Substan
alle Arten von Wärme mit fast gleicher Leichtigkeit
läſst. Wählen wir zuvörderst als Wärmequelle die F
einer Locatellischen Lampe. Nachdem Hr. Mello
Prisma hinter den Diaphragmen, welche einen Th
ser Strahlen zu demselben gelangen lassen, auf
hat, dreht er es um ... Kanten, bis es sich
der Stellung befind[illegible]

Auffindung dieser Lage. Wenn man sie gefunden hat, bringt man die Axe der thermoskopischem Säule in die Richtung der ausfahrenden Strahlen. Und sobald sie wohl aufgestellt ist, richtet man die Schirme auf, um sie vor der Wärmequelle zu schützen. Man wartet, bis die durch verschiedene Einflüsse in Bewegung gesetzte Nadel zur Ruhe gelangt ist, und schlägt nun die Schirme abermals zurück; sogleich wird die Nadel abgelenkt durch Einwirkung der ihr vom Prisma zugeführten Wärme, welche ihr also nur durch Refraction zugekommen seyn kann. Nachdem die Ablenkung wohl beobachtet ist, dreht man die Axe der Säule sanft, sowohl nach der Rechten, als nach der Linken, aus der Richtung, in welche sie gestellt worden war. So wie die Säule nach und nach zu dem Kegel von ausfahrenden Licht- und Wärmestrahlen hinaustritt, sieht man allmälig die Wirkung auf sie schwächer werden, und endlich ganz aufhören. Allein sie kommt in denselben Abstufungen wieder zum Vorschein, und steigt auf ihre ursprüngliche Intensität, so wie man abermals die Axe der Säule in die Axe des Kegels von ausfahrenden Strahlen bringt.

Hier wird auch das Licht der Flamme durch das Prisma gebrochen, und mittelst der Brechung zu der absorbirenden Fläche der Säule geführt. Dieser Versuch für sich beweist also, dafs in diesem Falle die Wärme das Licht begleitet; er lehrt uns aber nicht, ob beide Wesen zugleich vorhanden oder unabhängig von einander sind. Allein zur Beantwortung dieser Frage hat Hr. Melloni einen zweiten Versuch angestellt. Das Prisma in der Stellung lassend, welche er ihm bei der leuchtenden Fluth gegeben hat, nimmt er die Lampe fort und ersetzt sie durch einen glühenden Schraubendraht von Platin, ein bis 400° C. erhitztes Metallblech, oder ein mit siedendheifsem Wasser gefülltes Gefäfs mit geschwärzter Oberfläche. In dem ersten dieser drei Fälle erzeugt sich nur wenig Licht, in den beiden letzten gar keins; und den-

noch empfängt in diesen drei Fällen die Säule in der angegebenen Stellung Eindrücke von den unsichtbaren Wärmefluthen, welche sich in den Ablenkungen der Galvanometernadel offenbaren.

Durch ein System von ganz ähnlichen Versuchen beweist Hr. Melloni, dafs es bei der Wärme, der leuchtenden und der dunkeln, so gut wie beim Licht, einen Winkel innern Einfalls giebt, bei welchem der Austritt der Wärmestrahlen aufhört möglich zu seyn, so dafs bei diesem Winkel und bei allen schieferen die Wärme an der Hinterfläche des Prisma's vollständig reflectirt wird, und durch die dem brechenden Winkel gegenüberliegende Fläche austritt [1]). Um diese Thatsache festzustellen, wendet Hr. Melloni zunächst, wie vorhin, als Wärmequelle die Flamme einer Locatellischen Lampe an, deren leuchtendes Bild ihm dazu dient, das Steinsalzprisma in die Lage zu bringen, bei welcher eine totale Reflexion nach innen stattfindet; nachdem er darauf die Säule in diese Richtung gebracht, zeigt er, dafs diese mit dem Lichteindruck einen Wärmeeindruck erhält. Das Prisma in seiner Stellung lassend, ersetzt er nun die Lampe durch einen schraubenförmigen Platindraht oder eine andere dunkle Wärmequelle; auch jetzt noch gelangt die Wärmestrahlung zum Prisma, bricht sich darin, und geht zur Säule, vermöge der Ablenkung, welche ihr die innere Reflexion ertheilt hat. Allein da die Wärme diesmal nicht mit Licht gemengt ist, so mufs sie allein es seyn, die durch diese Reflexion zur Säule geführt ist, und diese Reflexion erlitten hat. Fast überflüssig ist es hinzuzufügen, dafs die Wärmewirkung, welche die Säule erfährt, in dieser nämlichen Richtung ihr Maximum hat, und in dem Maafse schwächer wird, als man sich von ihr entfernt, bis sie jenseits eines kleinen Winkelabstands, wo die geschwärzte Fläche der Säule zu dem von den reflectirten Strahlen gebildeten Emergenzkegel hinaustritt, ganz unmerklich wird.

1) Annal. Bd. XXXV S. 568. P.

Wir haben gesagt, dafs Hr. Melloni zur Anstellung dieser Versuche ein Steinsalzprisma anwendet. Der Grund hievon ist einleuchtend, nämlich der, dafs das Steinsalz die Eigenschaft besitzt, alle Arten von Wärmefluthen mit ungemeiner Leichtigkeit durch zu lassen. Ein Prisma aus jeder anderen Substanz, wie Glas, Krystall, Flüssigkeit, würde hiezu nicht anwendbar gewesen seyn; denn, um ihm den zur Hervorbringung einer merklichen Ablenkung der Strahlen erforderlichen Winkel zu geben, hätte man es auch von einer entsprechenden Dicke nehmen müssen, und bei dieser Dicke würde unvermeidlich ein sehr bedeutender Antheil der Wärmestrahlen absorbirt, also der beobachtbare Effect sehr geschwächt und vielleicht ganz unwahrnehmbar geworden seyn, besonders bei dunkeln Wärmequellen. Diefs unvermeidliche Phänomen der raschen Auslöschung durch andere durchsichtige Substanz, als Steinsalz, war sogar bisher für die Physiker ein fast unbesiegbares Hindernifs für die Nachweisung der Refraction bei der von allem Licht gesonderten Wärme.

Defsungeachtet kann man fragen, was aus einer Wärmefluth werde, die man in einem, nicht aus Steinsalz bestehenden durchsichtigen Prisma brechen lasse. Offenbar werden die Theile der Fluth, welche in das Prisma nahe an seinem Scheitel eindringen, reichlich durchgelassen werden, von welcher Substanz das Prisma auch sey, weil sie dann nur eine höchst kleine Dicke zu durchdringen haben, und weil bei sehr kleinen Dicken alle Substanzen durchgänglich sind. Ferner wird es Theile der Fluth geben, die das Prisma in einer gröfseren Dicke durchdringen, und daher einen Theil ihrer sehr absorbirbaren Strahlen darin zurücklassen. Noch bedeutender wird diese Auslöschung bei denjenigen Theilen der Fluth seyn, die das Prisma in gröfseren Dicken durchdringen, und endlich bei einer Dicke von mehr als einigen Millimetern werden nur noch die durchgänglichsten Strahlen einen

Durchgang finden. Die ausfahrende Fluth wird demnach sehr geschwächt seyn, und vor allem sehr verschieden von der ursprünglichen Fluth, weil deren Theile beim Durchgang durch die verschiedenen Dicken gleichsam eine sehr ungleiche Reinigung erlitten haben. Wenn man demnach zu bestimmen sucht, wie die Wärme in dem so gebildeten Wärmespectrum vertheilt ist, so wird man diese Vertheilung nothwendig verschieden finden nach der Natur der zur Verfertigung des Prisma's angewandten Substanz, nach dem diesem Prisma gegebenen brechenden Winkel, und endlich nach dem Theil seiner Dicke, durch welchen man die Wärmefluth zum Behufe ihrer Refraction durchgeleitet hat.

Diefs aber ist, nach Hrn. Melloni's richtiger Bemerkung, gerade den verschiedenen Beobachtern begegnet, welche die Wärmevertheilung in dem durch Brechung der Sonnenstrahlen erhaltenen Spectrum zu bestimmen gesucht haben. Denn die Fluth der Sonnenwärme, obgleich sehr reich an ungemein durchgänglichen Strahlen, ist dennoch nicht homogen, sondern enthält ein sehr merkliches Gemenge ungleich verschluckbarer Strahlen, wie Hr. Meloni direct erwiesen hat, mittelst Versuche über den Durchgang dieser Strahlen durch Platten von verschiedener Natur und Dicke. Daraus folgt, dafs die Sonnenwärme bei Refraction durch Prismen ganz analoge, oder vielmehr völlig gleiche Wirkungen erleiden mufs, wie die, welche wir so eben theoretisch für jegliche Wärmefluth irdischer Abkunft beschrieben haben. Und so mufs denn die Wärmevertheilung in der ausfahrenden Sonnenfluth anscheinend auf die räthselhafteste und unregelmäfsigste Weise variiren.

Diefs erklärt sogleich alle Abweichungen, welche verschiedene Beobachter bei der Lage des Wärmemaximums im Sonnenspectrum beobachtet haben. Allein man sieht auch daraus, dafs es ein Mittel giebt, ein einziges, die wahre Vertheilung der Wärme-Intensitäten in dem

Spectrum zu kennen, nämlich, die Brechung durch ein Steinsalzprisma, welches die Wärmestrahlen bloſs vermöge ihrer ungleichen Brechbarkeit von einander sondert, ohne einen merklichen Antheil von einem derselben zu absorbiren. Das ist es auch, was Hr. Melloni, geleitet von seinen früheren Versuchen, gethan hat [1]).

Er hat gefunden, nicht nur *daſs die Intensität der Wärme gegen die weniger brechbaren Theile des Spectrums zunimmt*, wie man es schon bemerkt hatte, sondern auch, *daſs das Maximum getrennt ist von diesen letzten, d. h. den rothen Strahlen, durch einen beträchtlichen Zwischenraum*, wodurch er gewissermaſsen das Daseyn einer eignen, von der Lichtfluth unabhängigen Wärmefluth entdeckte. Indem er die Theile dieser nämlichen Fluth Transmissionsversuchen unterwarf, die, nachdem, was man oben gesehen, eine genaue Analyse derselben erlauben, hat Hr. Melloni erkannt, *daſs der wenigst durchgängliche Theil der Wärmefluth nach dem rothen Ende des Spectrums hin liegt, daſs dagegen die stärkst durchgänglichen Strahlen, diejenigen, welche, ohne in den obersten Schichten einer Substanz zu erlöschen, am tiefsten in dieselbe eindringen, am violetten Ende liegen, so daſs diese Strahlen zugleich die brechbarsten sind.* Die bloſse Betrachtung dieser Eigenschaften lieferte Hrn. Melloni zuvörderst die einleuchtende Erklärung von der Verschiedenartigkeit der Lage des Wärmemaximums im Sonnenspectrum, wenn man dieses mit Prismen von verschiedener Natur und Dicke bildet. Allein die wichtige Thatsache des Zusammenhanges der gröſsten Brechbarkeit mit der leichtesten Durchgänglichkeit, eines Zusammenhanges, vermöge welchen die durchgänglichsten Strahlen immer gegen das violette Ende des Lichtspectrums geführt werden, schlieſst auſserdem noch vielleicht die verborgene Ursache ein, weshalb die Physiker früher gefunden, daſs die dem rothen Ende nahe liegenden Theile des Sonnenspectrums besonders zur Aeuſse-

1) Annal. Bd. XXXV S. 559.

rung von Wärmewirkungen geschickt sind, während die gegen das violette Ende hin liegenden Theile insbesondere zur Erzeugung chemischer Wirkung, zur Hervorbringung von Verbindungen geeignet scheinen.

Eine andere Erfahrung des Hrn. Melloni, welche auf dasselbe Princip zurückzukommen scheint, ist die aufserordentliche Mannigfaltigkeit, die ganz unregelmäfsige Verschiedenartigkeit, welche er in dem Absorptionsvermögen der Flächen seiner thermoskopischen Säule gefunden hat, wenn er sie, nachdem die eine mit einem gewissen Firnifs, und die andere mit einer, alle Wärmestrahlen gleich gut absorbirenden Schicht von Kienrufs überzogen worden, wechselsweise der Strahlung einer und derselben Quelle, der Locatellischen Lampe z. B., nach deren Durchgang durch Platten von verschiedener Natur, aussetzt [1]). Denn, je nach ihrer Natur und auch nach ihrer Dicke, lassen diese Platten verschiedenartig construirte Wärmefluthen auf die Säule fallen, d. h. Fluthen, die auf ihrem Wege durch die verschiedenen Platten einen ungleichen Antheil der ursprünglich in ihnen vorhandenen Strahlen von verschiedener Qualität verloren haben. *Diese Abänderungen sind aber ganz gleichgültig für die geschwärzte der Säule; sie absorbirt alle Arten von Strahlen gleich gut,* wenigstens empfindet sie nur die Schwächung in deren totaler Intensität, welche man verschwinden machen kann, wenn man diese Intensität auf einem gemeinschaftlichen Vergleichungspunkt zurückführt. *Allein auf die gefirnifste, z. B. weifs angestrichene (blanchie) Fläche hat nicht nur Einflufs die Intensität der durchgelassenen Fluth, sondern auch die Qualität derselben, da sie vermöge dieser mehr oder weniger leicht reflectirt oder absorbirt wird.* Von allen bisher geprüften Substanzen ist auch der Alaun, welcher nur allein von den der inneren Absorption am wenigsten unterworfenen Strahlen durchdrungen wird, diejenige, de-

1) Annal. Bd. XXXV S. 545 und 577.

deren durchgelassene Fluth die geringste Temperatur-Erhöhung auf der geweifsten Fläche der Säule hervorbringt; und umgekehrt zeigt sich von allen durchgelassenen Wärmefluthen am wirksamsten auf der weifsen Fläche diejenige eines schwarzen undurchsichtigen Glases, welches die Lichtstrahlen der Sonne vollständig auslöscht. Da nun das schwarze Glas diese Strahlen so vollständig auslöscht, müfste es nicht auch, dem analog, vorzüglich die weniger verschluckbaren Wärmestrahlen zurückhalten, und dagegen auf die Fläche der Säule eine verhältnifsmäfsig leicht verschluckbare, und daher zur Erhöhung von deren Temperatur mehr geeignete Fluth fallen lassen? Wir sehen hier in den Wirkungen eine Verschiedenartigkeit auftreten, analog der im Wärmespectrum der Sonne, wo die leichtst verschluckbaren Strahlen sich auch am geeignetsten zur Erhitzung der Körper erweisen.

Diefs hat uns gleichsam durch Anticipation zu den Versuchen geführt, durch welche Hr. Melloni direct das Emissions- und das Absorptionsvermögen der Oberflächen der Körper untersucht; allein die Erörterung, in welche wir eingetreten sind, wird den Vortheil haben, dafs es das übrigens leichte Verständnifs dieser Erscheinungen vervollständigt. Hr. Melloni hat die bereits gemachten Versuche über die Strahlung der Oberflächen bei Temperaturen gleich oder gröfser als die der Siedhitze des Wassers mit seinem Instrumente wiederholt. Und er hat dazu, wie gewöhnlich, ein kubisches Metallgefäfs mit dünnen Wänden angewandt, die eine Seite desselben mit Kienrufs geschwärzt, und die anderen mit verschiedenen Substanzen überzogen, deren Ausstrahlungs- oder Absorptionsvermögen vergleichend untersucht werden sollte. Diefs Gefäfs wurde mit Wasser gefüllt, und letzteres durch eine darunter gestellte Weingeistflamme auf Siedhitze erhalten. Die Intensität des Emissionsvermögens dieser Seitenflächen prüft Hr. Melloni dann, indem er sie nach einander gegen die geschwärzte Seite

der Säule richtet. Um die Säule empfindlicher zu machen für die schwachen Ausstrahlungen solcher Temperaturen, versieht Hr. Melloni dieselbe mit einem kegelförmigen Refractor, dessen Mündung gegen die Wärmequelle gewandt ist. Dadurch findet er dann, innerhalb dieser Temperaturgränzen, Verhältnisse in dem Ausstrahlungsvermögen, die mit dem bisher Bekannten im Allgemeinen übereinstimmen; aber er findet Zahlen für sie, welche dieselben unendlich genauer und sicherer ausdrücken.

Diefs giebt die Emissionsfähigkeiten. Um die Absorptionsfähigkeiten festzustellen, schneidet Hr. Melloni aus einem und demselben dünnen Metallblech gleich grofse kreisrunde Scheiben, die jedoch gröfser sind als die Mündung des trichterförmigen Reflectors der Säule; an jeder derselben befestigt er einen kleinen Elfenbeinstift, um sie nach einander auf einem Träger vor der Säule aufzustellen. Jede Scheibe ist auf einer ihrer Seiten mit Kienrufs überzogen, und diese Seite wird immer der Säule zugekehrt, um letzterer die thermoskopische Wärme, welche die andere, der Wärmequelle zugewandte Seite absorbirt hat, reichlich und bei allen Versuchen mit gleicher Leichtigkeit zuzusenden. Diese andere Seite ist mit demjenigen Ueberzug versehen, dessen Absorptionskraft man messen will, und alle Resultate beziehen sich auf die Absorption, welche unter denselben Umständen von einer gleichen, aber auf beiden Seiten geschwärzten Scheibe bewirkt wird [1]).

1) Ein berühmter Physiker hat gegen uns bemerkt, dafs die so erhaltenen Resultate, wegen Erkaltung der Scheibe durch Berührung mit der Luft, nicht unmittelbar die Verhältnisse der Absorptionskräfte geben, sondern dieserhalb noch eine Berichtigung erfordern. Allein sie reichen hin, zu beweisen, was Hr. Melloni wollte, nämlich die Gleichheit oder Ungleichheit der Absorptionskräfte der beiden mit einander verglichenen Substanzen. Derselbe Physiker nimmt an, dafs Hrn. Melloni's Versu-

Durch Vergleich der Wirkungen, die sonach vermöge der Absorption der Oberflächen auf die Säule ausgeübt werden, mit den Eindrücken, welche die Strahlung der nämlichen Substanzen hervorbringt, hat Hr. Melloni das für die Wärmetheorie sehr wichtige Gesetz aufser Zweifel gestellt: *Dafs zwei Substanzen, oder vielmehr zwei Oberflächenschichten, welche bei einer gewissen Temperatur ein gleiches Emissionsvermögen besitzen, bei dieser Temperatur auch ein gleiches Absorptionsvermögen haben*, so dafs diese beiden Fähigkeiten complementar zu einander sind.

Allein aufserdem hat er noch eine andere Thatsache entdeckt, die übrigens eine strenge Folgerung der Verschiedenartigkeit der von verschiedenen Quellen ausgesandten Strahlen ist, nämlich, dafs zwei Substanzen, z. B. Bleiweifs und Kienrufs, die bei der Temperatur des siedenden Wassers und darunter einander gleich sind im Emissions- und im Absorptionsvermögen, diese Gleichheit nicht nothwendig behalten, sondern dafs sie, wie im genannten Falle, dieselbe bei höheren Temperaturen verlieren, und dann bedeutende Verschiedenheiten zeigen. Die Gleichheit, welche z. B. beim Bleiweifs und Kienrufs in niederen Temperaturen stattfindet, wird ersetzt durch das Verhältnifs 1 : 2, wenn als Wärmequelle die Strahlung einer Locatellischen Lampe angewandt wird, so dafs alsdann das scheinbare Absorptionsvermögen der weifsen Fläche blofs die Hälfte ist von dem der schwarzen.

Den Vergleich der Emissionskräfte hat Hr. Melloni in diesem zweiten Falle nicht wiederholen können, weil die Bleiweifsschicht sich in höheren Temperaturen physisch und chemisch verändert; allein nach der natürlichen Relation zwischen der Absorption und Emission ist es sehr wahrscheinlich, dafs bei der Strahlung der weifsen

che über die Emission keine solche Berichtignng erfordern, sie vielmehr unmittelbar die Verhältnisse der Emissionskräfte geben.

Fläche das nämliche Verhältnifs der Untergeordnetheit herrschen wird.

Diese anscheinend so ungewöhnlichen Resultate sind nach dem vorhergenannten Versuche des Hrn. Melloni sehr einfach und sehr leicht zu verstehen, weil die Wärmefluthen, welche bei den in verschiedenen Temperaturen gemachten Versuchen die beiden Substanzen durchdringen oder aus ihren unteren Schichten zu entweichen trachten, nach denselben Versuchen nothwendig verschiedenartig constituirt sind, sowohl in Betreff ihrer Natur als ihrer Gruppirung, so dafs, wenn z. B. für eine gewisse Constitution der Fluth bei niederen Temperaturen Gleichheit in der Absorption vorhanden ist, diefs keineswegs einen physischen Grund abgiebt, bei der Absorption dieselbe Gleichheit vorauszusetzen, wenn die auffallende Wärmefluth anders constituirt ist.

Um demnach den Vergleich der Absorptions- und Emissionskräfte mit Sicherheit anstellen zu können und genaue Messungen von derselben zu erhalten, mufste man sich versichern, dafs die auf die Oberfläche der Säule gestrichene Kienrufsschicht die von allen Arten Wärmequellen bei irgend einer Temperatur ausgesandten Wärmefluthen gleich gut absorbire. Zu dem Ende nähert Hr. Melloni der zu untersuchenden Wärmequelle die mit ihrem kegelförmigen Reflector versehene Säule mehr als sonst bei seinen Versuchen; und da die Intensität der auf die Säule ausgeübte Wärmeaction zu stark seyn würde für das Galvanometer, so schickt er sie diesem geschwächt zu durch einen sehr feinen Eisendraht von gewisser Länge. Er nähert die Säule, bis diese geschwächte Wirkung in dem Galvanometer eine gewisse constante Ablenkung, z. B. von 30° hervorbringt. Hierauf stellt er in dem Wege von der Quelle zur Säule, und immer in gleichem Abstande von letzterer, eine sehr dünne, an beiden Seiten geschwärzte Metallscheibe auf, und nimmt den Eisendraht fort. Die directe Wirkung

der Quelle ist durch die Scheibe aufgefangen, und daher empfängt die Säule nur den geschwächten Antheil, welchen die eigene Strahlung der geschwärzten Scheibe ihr zusendet. Diese Wirkung kann daher ohne Gefahr unmittelbar zum Galvanometer hingelassen werden, und die daraus entspringende Ablenkung, verglichen mit der, welche die directe, durch Vermittlung des Eisendrahts erzeugt, giebt ein gewisses Verhältnifs zwischen den so beobachteten Kräften. Diefs Verhältnifs bleibt nun immer dasselbe, von welcher Beschaffenheit auch die angewandte Wärmequelle seyn mag, vorausgesetzt, dafs man den Abstand der Quelle von der Säule immer so nehme, dafs die directe Wirkung der ersteren auf die letztere, geschwächt durch denselben Eisendraht, die Nadel des Galvanometers immer gleich stark ablenkt. Offenbar beweist diese Beständigkeit auch, dafs die geschwärzte Scheibe, welche eingeschaltet worden, alle Arten von Wärmefluthen mit gleicher Leichtigkeit absorbirt, und dadurch bei ursprünglich gleichen Intensitäten ein gleiches Emissionsvermögen empfängt [1]).

---

*Zusatz.* Wiewohl die Bd. 38 S. 16 angeführten Versuche genügend erscheinen könnten, den Satz mit Sicherheit festzustellen, dafs die von der Säule empfangenen und dem Galvanometer mitgetheilten Wärme-Eindrücke proportional sind den von den strahlenden Quellen ausgesandten Wärmemengen, so schien es doch Hrn. Melloni, so wie uns, nützlich zu seyn, diese Proportionalität, welche die Grundlage aller seiner Deductionen ausmacht, durch die directeste und einfachste Probe, nämlich durch die Schwächung der Wirkung einer und derselben Quelle nach dem Quadrat der Entfernung aufs Neue zu bestätigen. Zur Anstellung dieses feinen Ver-

1) Der nun folgende Schlufssatz des Berichts ist, weil er nichts Thatsächliches mehr enthält, hier fortgelassen. *P.*

suchs gebrauchte Hr. Melloni eine glühende Platinspirale, welche, wie die Flamme, durch die sie erhitzt ward, im Sinne der durch ihre Axe gelegten Verticalebene abgeplattet war. Die Flamme war vor der Säule verdeckt, und überdiefs waren die activen Dimensionen der Spirale abgegränzt durch ein Diaphragma, so, dafs sie kleiner waren, als die Oeffnung des horizontalen Rohrs, welches die Säule umgab. Nachdem die Ebene der Spirale genau auf die Axe der Säule gerichtet war, wurde der Mittelpunkt der Spirale nach und nach in verschiedene und sorgfältig gemessene Abstände von der Fläche der Säule gebracht.

Die Resultate zeigt die folgende Tafel:

| Abstände von der geschwärzten Fläche der Säule $D$. | Relative Intensitäten der von der Säule empfangenen und vom Galvanometer angezeigten Wirkungen $J$. | Product der Intensität in das Quadrat des Abstandes $J.D^2$. |
|---|---|---|
| 100 | 10,34 | 10340,0 |
| 70 | 21,10 | 10339,0 |
| 60 | 28,73 | 10342,8 |

Die fast strenge Beständigkeit der in der letzten Kolumne enthaltenen Producte zeigt, dafs das Gesetz des Quadrats der Entfernungen hier mit aller der Genauigkeit stattfindet, welche man physisch erwarten kann.

Wir benutzen diesen Zusatz, um noch zu bemerken, dafs der Versuch über die Strahlung der geschwärzten Scheiben (S. 564) uns und Hrn. Melloni einige fernere Entwicklungen zu erfordern schien, um die gleiche Leichtigkeit der Absorption aller der den so zubereiteten Scheiben beigelegten Strahlungen vollkommen fest zu stellen. Hr. Melloni hat Versuche hierüber angefangen, die indefs zur Zeit der Abfassung dieses Berichts noch nicht beendigt waren.

## III. *Untersuchungen über hohe Temperaturen und mehre davon abhängige Erscheinungen; von Hrn. Pouillet.*

(*Compt. rend.* 1836, *II p.* 782.)

1) *Luftpyrometer.* — Diefs Instrument besteht 1) aus einem eiförmigen Platingefäfs aus einem Stück; 2) einer Verbindungsröhre von 1 bis 2 Millimeter innerem Durchmesser, die in einer Länge von wenigstens 20 bis 25 Centimeter von Platin seyn mufs, in der zweiten eben so grofsen Hälfte aber aus Silber bestehen kann; 3) aus einer getheilten Glasröhre, bestimmt, mit ihrem oberen Ende die Luft aufzunehmen, welche durch Erhitzung aus dem Platingefäfs getrieben wird. Diese Röhre ist einer Barometerröhre ähnlich, und steht neben einer zweiten solchen Röhre, die oben offen ist; unten stehen beide stets in Gemeinschaft. Zu Anfange des Versuchs sind beide ganz mit Quecksilber gefüllt, und mittelst einer besonderen Vorrichtung hält man die beiden Quecksilbersäulen beständig in gleichem Niveau, so dafs man in jedem Augenblick den Druck der in dem Apparat hermetisch eingeschlossenen Luft oder Gasart erfährt [1]).

1) Diese besondere Vorrichtung, von der oben die Rede ist, wird aus Folgendem verständlich werden. Neben den schon genannten beiden senkrechten Glasröhren, die mit *A* und *B* bezeichnet seyn mögen, und von denen *A* oben durch die metallene Verbindungsröhre mit dem Platingefäfs, *B* aber an seinem unteren Ende wieder mit *A* durch einen horizontalen Kanal in Gemeinschaft steht, befindet sich noch eine dritte senkrechte Glasröhre *C*, die, wie *B*, oben offen ist, und mit dieser unten durch einen horizontalen Kanal communicirt. Dieser horizontale Kanal enthält, von seinem Ende her eingesteckt, einen Hahn, der von seinem vorderen Ende an längs der Axe bis zur Mitte und von da zur Seite ausgehend durchbohrt ist. Wenn

in der getheilten Röhre entha

2) *Formeln zur Berech*

$$c+z=\frac{p'n'-pn}{p-p'} \quad . \quad . \quad .$$

diese Seitenöffnung nach oben ge
eine Gemeinschaft der Röhre *C*
zontal gedreht (*b*), so ist diese
ist sie endlich senkrecht herabg
Loch in dem horizontalen Kanal
öffnet. Bei der Stellung (*b*) w
ber gefüllt. Will man nun das
erhöhen, so giebt man dem Hal
dann Quecksilber aus *C* in *B*.
in *B* erniedrigen, so bringt man
es fliefst dann Quecksilber aus der
*B* und *C* verbindet, ab. Mittel
Ganzen der des bekannten Gay
(Ann. Bd. XXVII S. 685) ähnlich
Quecksilbersäulen in *A* und *B* in
den, und die Gewifsheit davon erh
dessen genau horizontal ausgespann
silberkuppen berühren mufs. Die
*B*, *C*, deren jede etwa zwei Fufs
ner Ebene, sondern in den Kante

$$V=\frac{p}{760}\cdot\frac{(c+z+n')}{1+at} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

$$n=\frac{760\,V}{p}-(c+z) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

$$N=\frac{N'-zat}{1+at}-n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

$$V=\frac{p}{760}\left[\frac{N'+z}{1+at}+\frac{c(1+l'x)}{1+ax}\right] \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

$$x=\frac{N}{c(a-l')-aN} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

$$N'=\left[\frac{cx(a-l')}{1+ax}+\frac{760\,V}{p}-(c+z)\right](1+at)+zat \quad \ldots \quad (7)$$

Mittelst der Formel (1) wird der Werth $c+z$ des Rauminhalts von dem Gefäfse und der Verbindungsröhre geprüft, wenn man, nachdem der Apparat in allen seinen Theilen eine constante Temperatur angenommen hat, die in demselben enthaltene Luft unter zwei verschiedene Drucke $p$ und $p'$ versetzt, und dabei die in der getheilten Röhre befindliche Anzahl $n$ und $n'$ Kubikcentimeter Luft beobachtet; $c$ ist der Rauminhalt des Platingefäfses, welches der zu messenden Hitze ausgesetzt wird, und $z$ ist der Rauminhalt der Verbindungsröhre bis zum Nullpunkt der getheilten Röhre.

Durch die Formel (2) bestimmt man das Volum $V$, welches die Luft im Apparat bei der Temperatur 0° unter dem Drucke 760 Millim. einnehmen würde; man erhält es durch eine einzige Beobachtung, wenn diese die Temperatur $t$ der umgebenden Luft, den Druck $p$ und die Anzahl $n'$ der unter diesen Umständen in dem Rohre enthaltenen Kubikcentimeter Luft giebt; $a$ ist der Ausdehnungscoëfficient der Luft.

Die Formel (3) giebt die Anzahl $n$ von Kubikcentimetern Luft, welche in der getheilten Röhre enthalten seyn würden, wenn der ganze Apparat die Temperatur 0° besäfse und unter dem Druck $p$ stände.

Die Formel (4) dient zur Auffindung von $N$ oder

dem Volum, welches, reducirt auf 0° und den Druck $p$, aus dem Platingefäfs in die getheilte Röhre übergeht, wenn das Gefäfs auf die unbekannte Temperatur $x$ gebracht wird. Der Werth von $N$ hängt ab von $z$ und $n$, welche bekannt sind, von der umgebenden Temperatur $t$, welche man beobachtet, und von der Anzahl $N'$ von Kubikcentimetern, die wirklich von der Luft in der getheilten Röhre eingenommen werden.

Die Formel (5) dient zur Auffindung des durch die Formel (2) gegebenen Volums $V$, aber unter anderen Umständen, d. h. für den Fall, dafs das Platingefäfs die Temperatur $x$ besitzt, und wenn, unter dem Druck $p$, in der getheilten Röhre, deren Temperatur $t$ ist, $N'$ Kubikcentimeter Luft beobachtet sind [1]).

Die Formel (6) giebt die Temperatur $x$ des Platingefäfses.

Mittelst der Formel (7) kann man im Voraus berechnen, welche Anzahl $N'$ von Kubikcentimetern man, unter dem Druck $p$ und bei der Temperatur $t$, in der getheilten Röhre haben mufs, wenn das Platingefäfs auf eine Temperatur $x$ gebracht worden ist. Man sieht aus dieser Formel, dafs die Werthe von $N'$ welche 1000 bis 1100 Grad entsprechen, um fast ein Kubikcentimeter von einander verschieden sind, und dafs an dieser Stelle der Skale das Intervall von 100° auf der getheilten Röhre eine Länge von 13 bis 14 Millimet. besitzt.

3) *Verschiedene beobachtete Wirkungen.* — Die durch die Formel (2) gegebenen Werthe von $V$ sind nicht constant, wie sie es seyn müfsten, sondern nehmen zu, in dem Maafse als der Druck abnimmt. Die durch die Formel (5) gegebenen Werthe von $V$ sind gleichfalls nicht constant, sondern wachsen auch, so wie die Temperatur des Platingefäfses steigt. Allein sie wachsen blofs bis 120° C.; von da ab bis 300° sind sie vollkommen constant. Daraus folgt, dafs unterhalb 100° oder 120° C. die in einem Platingefäfs enthaltene Luft weder dem

1) $t'$ ist der Ausdehnungscoëfficient des Platins. P.

Mariotteschen Gesetze, noch dem Gay-Lussac'schen Ausdehnungsgesetze folgt, wiewohl das letztere von den HH. Dulong und Petit für Luft in einem Glasgefäfse bis 360° vollkommen richtig befunden worden ist. Man wird genöthigt zu glauben, dafs diese Unregelmäfsigkeit von einer Art Compression herrühre, welche die Luft an der Oberfläche des Metalls erleidet, und vielleicht der analog ist, die Hr. De Saussure mit so vieler Sorgfalt bei verschiedenen porösen Körpern entdeckt hat; denn in diesem Falle selbst scheint die Absorption rasch mit der Temperatur abzunehmen. Uebrigens ist es wichtig für die Messung der Temperaturen, dafs man das wahre Luftvolum, mit dem man arbeitet, bestimmen könne.

4) *Temperaturen, entsprechend den verschiedenen Farben beim Glühen.* — Durch sorgsame Beobachtung der verschiedenen Farben, welche den Angaben des Luftpyrometers entsprechen, hat man geglaubt für jeden Farbenton ein gewisses Hundert von Graden festsetzen zu können, ohne sich von den herkömmlichen Angaben zu weit zu entfernen, wie folgende Tafel zeigt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Anfangendes Roth | 525° C. | Dunkles Orange | 1100° C. |
| Dunkles Roth | 700 | Helles Orange | 1200 |
| Anfangendes Kirschroth | 800 | Weifs | 1300 |
| Kirschroth | 900 | Helles Weifs | 1400 |
| Helles Kirschroth | 1000 | Blendendes Weifs | 1500 bis 1600 |

5) *Bestimmung der specifischen Wärme des Platins von* 100° *C. bis* 1200° *C.* — Diese Werthe der specifischen Wärme sind mittelst einer 178 Grm. wiegenden Platinkugel bestimmt, die zu allen Versuchen gedient hat. Damit sie indefs auf der Oberfläche keine Veränderung durch die Wirkung der Flamme erlitte, und damit sie zugleich ohne merklichen Wärmeverlust transportirt werden könnte, wurde sie beständig in einem sehr dicken Platintiegel erhitzt, der mit einem übergreifenden

Deckel versehen war. Der Tiegel war in eine eiserne Muffel gestellt, an dem Luftpyrometer und wenn er auf die Temperatur des Pyrometers gelangt war, was nach 20′ bis 30′ constanter Temperatur geschah, faſste man den Tiegel mit zuvor erhitzter Zange und hielt ihn dicht vor die Oeffnung des zur Bestimmung der Wärmecapacität dienenden Gefäſses. Der Deckel wurde dann abgehoben und die Kugel in das Gefäſs gethan oder vielmehr in einen Korb aus Metalldraht, so daſs sie mitten in dem Wasser des Gefäſses bleiben und demselben ihre Wärme abtreten muſste. Man gebrauchte gewöhnlich nicht mehr als 20″ bis 25″, um den Tiegel aus der Muffel zu holen und die Kugel in's Wasser zu werfen. Das Wasser wurde stark erschüttert, und das Temperaturgleichgewicht war in weniger als einer Minute hergestellt. Die Berichtigungen in Bezug auf die Wärmemengen, welche das Gefäſs durch Berührung mit der Luft, oder durch Strahlung verlieren oder gewinnen konnten, waren bei der Rumford'schen Methode nicht gemacht; allein man traf die Vorsicht, das Wasser von so niedriger Temperatur zu nehmen, daſs es, nach der Erhitzung durch die Platinkugel sich nahe in der Temperatur der umgebenden Luft befand, und man bestimmte das Gesetz der Erhitzung durch von 2′ zu 2′ gemachte Beobachtungen; hiedurch war es leicht die Temperatur zu bestimmen, welche es in dem Augenblick besaſs, da es die Platinkugel aufnahm. Dieser Augenblick wurde durch einen Perrelet'schen *Zähler* angegeben, und, da das Gleichgewicht nach 1′ hergestellt war, und es der umgebenden Temperatur sehr nahe lag, so war im Allgemeinen hier keine Berichtigung dieserwegen erforderlich [1]).

Die Temperatur des Wassers in dem Gefäſse zur Bestimmung der Wärmecapacität wurde durch ein sehr empfindliches Thermometer angegeben, an dem ein Grad eine Länge von fast 9 Millimetern einnahm. Das Thermometer war auf einem Gestell befestigt und wurde mit

1) Wie ist aber der Einfluſs der Dampfbildung berichtigt? *P.*

einem Fernrohr beobachtet. Seine Temperatur wurde aus der Lage des Fernrohrs hergeleitet und nicht durch Ablesung an seiner Röhre gefunden, die übrigens nur einige Theilstriche als Marken besafs und keine eigentliche Skale.

Es wurden grofse und kleine Gefäfse angewandt, je nach der Temperatur, auf welche die Kugel erhoben werden sollte.

| | |
|---|---|
| Das Gefäfs, welche zu den Versuchen zwischen 500° und 1000° diente, enthielt ein Gewicht Wasser von | 1072,70 Grm. |
| Das Gefäfs und das Thermometer entsprachen einem Gewicht Wasser von | 33,70 - |
| Summe | 1106,40 Grm. |

Das Massenverhältnifs des Wassers und Platins war also 6,215 : 1.

Die folgende Tafel zeigt die Resultate der Versuche und der Interpolationen, die gemacht wurden, um die Wärmecapacitäten von 100° zu 100° zu erhalten:

| Temperatur des Luftpyrometers in Centigraden. | Mittlere Wärmecapacität der Platinkugel, die des Wassers = 1. | Temperaturerhöhung, erzeugt durch die Kugel in 1106 Grm. Wasser von 0°. | Temperatur des Luftpyrometers in Centigraden. | Mittlere Wärmecapacität der Platinkugel, die des Wassers = 1. | Temperaturerhöhung, erzeugt durch die Kugel in 1106 Grm. Wasser von 0°. |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 0,03350 | 0,54 | 900 | 0,03686 | 5,36 |
| 200 | 0,03392 | 1,09 | 1000 | 0,03728 | 6,03 |
| 300 | 0,03434 | 1,66 | 1100 | 0,03770 | 6,71 |
| 400 | 0,03476 | 2,25 | 1200 | 0,03812 | 7,40 |
| 500 | 0,03518 | 2,84 | 1300 | 0,03854 | 8,10 |
| 600 | 0,03560 | 3,45 | 1400 | 0,03896 | 8,82 |
| 700 | 0,03602 | 4,08 | 1500 | 0,03938 | 9,55 |
| 800 | 0,03644 | 4,71 | 1600 | 0,03980 | 10,30 |

Bis 1200° C. wurden die Wärmecapacitäten durch die Versuche bestimmt, und daher hielt man sich berech-

tigt sie bis 1600° C. auszudehnen. Auf diese Weise hat man geglaubt 1500° oder 1600° C. als die Temperatur bezeichnen zu können, bei welcher Schmiedeeisen in Fluſs übergeht, denn die Platinkugel, in ihrem Tiegel der Temperatur ausgesetzt, bei welcher Eisen schmolz, brachte in 1106 Grm. Wasser eine Temperaturerhöhung von 9° bis 10° C. hervor.

6) *Magnetisches Pyrometer.* — Das Luftpyrometer und die Wärmecapacität des Platins [1]) sind zwei Hülfsmittel, die von nun an zur Bestimmung hoher Temperaturen angewandt werden können; allein sie erfordern so genaue Apparate und eine so große Geschicklichkeit im Experimentiren, daſs sie nicht in den Laboratorien angewandt werden können. Man hat daher nach einem leichter anwendbaren Apparat gesucht, sollte er auch weniger genau in seinen Angaben seyn. Dahin ist man gelangt durch Construction eines magnetischen Pyrometers, welcher seinen Zweck zu erfüllen scheint. Um eine Idee von diesem Instrumente zu bekommen, denke man sich die Schwanzschraube eines Flintenlaufs genommen, daran den Schraubengang auf eine gewisse Strecke 2 Millimeter tief und 1 Millimeter breit ausgegraben, so daſs derselbe vollkommen glänzend und rein sey, darin einen Platindraht von einem Millimeter Dicke eingelegt, und nun den Grath des Schraubengangs mit einem Hammer platt geschlagen, so daſs der Platindraht, welcher drei oder vier Umgänge macht, vollständig bedeckt sey und sein Ende sich gänzlich in der Eisenmasse verliere. Hierauf stecke man den Platindraht in den Lauf, längs der Axe desselben, schraube die Schwanzschraube wieder in das Ende des Laufs, und schweiſse sie im Essenfeuer mit diesem innig zusammen. Alsdann fülle man den Lauf mit Magnesia oder Asbest, damit der Draht gehalten werde und den Lauf nicht berühre. Alles dieses thue man mit dem andern Ende des Laufs, nur durch-

1) S. 518 im vorhergehenden Hefte. *P.*

bohre man die zweite Schwanzschraube ihrer Länge nach, damit der erste Platindraht hindurchgehe, ohne sie zu berühren.

Auf diese Weise hat man einen Metallbogen, bestehend aus dem Flintenlauf und zweien Platindrähten, wobei die beiden Schwanzschrauben die zwei Löthstellen der Kette abgeben. Erhitzt man nun die erste Löthstelle, welche allein für das Feuer bestimmt, und mit einem Gemenge aus feuerfesten Erden bekleidet ist, so erhält man einen thermo-elektrischen Strom, dessen Intensität, nach einem gewissen Gesetze von der Temperatur abhängt, welcher das Ende des Flintenlaufs ausgesetzt ist. Dieser Strom geht in einen Multiplicator, gebildet aus 25 bis 30 Windungen eines Kupferstreifens von 9 bis 10 Millimetern Breite und 0,5 Millimeter Dicke. Eine gewöhnliche Boussole, im Innern dieses Multiplicators auf einem Hütchen schwebend, empfindet die Wirkung des Stroms, und erleidet dadurch eine von dessen Intensität bedingte Ablenkung. Um gegen die Veränderungen in der Wirkung geschützt zu seyn, die aus der relativen Lage der Nadel gegen den Strom entspringen würden, ist der Multiplicator um die Axe des Hütchens der Nadel beweglich gemacht, und man dreht ihn in dem Maafse als er die Nadel ablenkt, so dafs seine Einwirkung auf diese immer senkrecht gegen seine Länge bleibt, oder, anders gesagt, so dafs der Multiplicator und die Nadel immer in einer und derselben Verticalebene seyen. Wenn man nun durch 1000000 die Intensität der Kraft bezeichnet, mit welcher der Erdmagnetismus die Nadel in den magnetischen Meridian zu drehen trachtet, sobald sie senkrecht auf diesem Meridian steht, so ist leicht ersichtlich, dafs die Intensität des Stroms ausgedrückt wird durch:

$$1000000 \sin z,$$

sobald er, wie eben gesagt, in der Verticalebene der Nadel befindlich, sie in solcher Lage hält, dafs sie mit dem

magnetischen Meridian den Winkel $z$ bildet. Diese Ablenkung wird mit einem Fernrohr beobachtet, welche der Multiplicator in seiner Bewegung mit fortführt.

Um diesen Apparat mittelst des Luftpyrometers zu graduiren, kittet man in der Eisenmuffel und an das Platingefäfs dasjenige Ende des Flintenlaufs, welches erhitzt werden soll. Darauf beobachtet man die vom Luftpyrometer angezeigte Temperatur zugleich mit der entsprechenden Ablenkung $z$, welche der thermo-elektrische Strom der Boussolnadel einprägt. Man erhält dadurch eine Reihe Ablenkungen und entsprechende Temperaturen. Wenn nun eine Intensität des Stroms, gegeben durch eine Temperaturdifferenz $t$ zwischen den Löthstellen, durch 1000000 $\sin x$ ausgedrückt wird, so ist die einem Grad entsprechende *mittlere* Intensität:

$$\frac{1000000 \sin z}{t}.$$

Indem man die mittleren Intensitäten nach einer, zwischen 100° und 1000° angestellten grofsen Zahl von Versuchen berechnete, erhielt man folgende Resultate:

| $t$ oder Temperaturdifferenz der Löthstellen, Temperatur der einen = 15° oder 20° C. | $\frac{1000000 \sin z}{t}$ od. mittlere Intensit. d. Stroms für 1° Temperaturdiff. | $z$ oder Ablenkung entsprechend $t$. | $t$ oder Temperaturdifferenz der Löthstellen, Temperatur der einen = 15° bis 20° C. | $\frac{1000000 \sin z}{t}$ od. mittlere Intensität d. Stroms für 1° Temperaturdiff. | $z$ oder Ablenkung entsprechend $t$. |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 950 | 5° 27′ | 600 | 720 | 25° 36 |
| 150 | 920 | 7 55 | 650 | 730 | 28 19 |
| 200 | 890 | 10 16 | 700 | 755 | 31 52 |
| 250 | 860 | 12 26 | 750 | 780 | 35 48 |
| 300 | 830 | 14 25 | 800 | 815 | 40 41 |
| 350 | 805 | 16 23 | 850 | 850 | 46 13 |
| 400 | 780 | 18 11 | 900 | 885 | 52 50 |
| 450 | 760 | 20 00 | 950 | 920 | 60 50 |
| 500 | 745 | 21 51 | 1000 | 955 | 72 00 |
| 550 | 730 | 23 28 | | | |

Hier-

Hieraus folgt, dafs der thermo-elektrische Strom, welcher sich durch die Berührung des Eisens und Platins entwickelt, keinesweges dem Temperaturüberschufs proportional ist, sondern dafs seine mittlere Intensität für einen Grad bis ungefähr 600° abnimmt, und dann wieder ziemlich rasch steigt, so dafs sie bei 1000° fast das ist, was sie bei 100° war. Mittelst dieser Angaben läfst sich die absolute Intensität für jeden Grad berechnen, und man findet so, dafs das Minimum der Intensität sehr nahe bei anfangender Rothglühhitze eintritt, und dafs von diesem Punkt ab die Intensität zu wachsen beginnt.

Zwei andere Apparate, mit sehr verschiedenem Eisen construirt, gaben die nämlichen Resultate, nämlich Intensitäten, welche denen der vorstehenden Tafel proportional waren. Die absoluten Werthe der Intensitäten hängen aber von den Dimensionen der Kette ab.

Das magnetische Pyrometer hat den Vortheil, dafs es ein wirklich practisches Instrument ist, und dafs es eine mit steigender Temperatur zunehmende Empfindlichkeit besitzt. Wenn es nach dem Luftpyrometer graduirt ist, kann es die Temperatur eines Essenfeuers mit großer Genauigkeit angeben, vorausgesetzt, dafs diese Temperatur etwas unter dem Schmelzpunkt des Eisens liege.

7) *Schmelzpunkt verschiedener metallischer Substanzen* — [1]).

1) Des Vergleiches halber mögen hier neben den von Hrn. Pouillet (aller Wahrscheinlichkeit nach mit dem magnetischen Pyrometer) gefundenen Schmelzpunkten diejenigen eine Stelle finden, welche Hr. Daniell vor einigen Jahren mit Hülfe eines Instruments von seiner Erfindung bestimmt hat.

| Schmelzpunkt vom | | | |
|---|---|---|---|
| | Silber | =1873° F. | =1022° $\frac{7}{9}$ C. |
| - - | Kupfer | =1996 | =1091 $\frac{1}{9}$ |
| - - | Gold | =2076 | =1102 $\frac{2}{9}$ |
| - - | Eisen | =2786 | =1530 |

Das von Daniell angewandte Pyrometer (von ihm Registerpyrometer genannt) beruht darauf, dafs Reifsblei (*Black-lead earthenware*, d. h. eine Mischung von reinem Graphit und Thon)

| | |
|---|---|
| Silber | 1000° C. |
| Gold | 1200 |
| Weifses Gufseisen, sehr schmelzbar | 1050 |
| - - wenig schmelzbar | 1100 |
| Graues Gufseisen, sehr schmelzbar | 1100 |
| - - wenig schmelzbar, etwa | 1200 |
| Stahl, der leichtst schmelzbare, etwa | 1300 |
| - der schwerst schmelzbare, etwa | 1400 |
| Eisen | 1500 |
| | bis 1600 |

in der Wärme weniger ausdehnbar ist als Metalle, wie Platin oder Eisen. Er verfertigt daher eine Büchse aus solchem Reifsblei, indem er in eine runde Stange desselben, von 8 Zoll Länge und 0,7 Zoll Durchmesser, ein 7,5 Zoll tiefes und 0,3 Zoll weites Loch bohrt. In dieser Büchse (von Daniell *Register* genannt) steckt er eine 6,5 Zoll lange Stange von Platin (oder auch wohl von Eisen), so, dafs sie mit ihrem unteren Ende auf dem Boden der Büchse ruht, und auf diese Metallstange stellt er wiederum eine Porcellanstange (Index genannt), die nach oben einen Zoll zur Büchse herausragt. Dieser Index wird mittelst eines Platinringes, der ihn und den zur Hälfte weggeschnittenen oberen Theil der Büchse umfafst, an letzterem fest geklemmt, durch einen Porcellankeil, der zwischen den Ring und jenem Ende der Büchse eingeschlagen wird. Klar ist nun, dafs wenn dieser Apparat einer starken Hitze ausgesetzt wird, die Platinstange, vermöge ihrer gröfseren Ausdehnung, den Index fortschiebt, dafs dieser aber nicht wieder zurückgeht, wenn man den Apparat aus dem Feuer nimmt. Man braucht also nur *vor* oder *nach* dem Versuch die Lage des Index gegen das obere Ende der Büchse zu messen; um aus der Fortschiebung desselben den Ausdehnungsunterschied jener 6,5 Zoll langen Stangen, einer von Reifsblei und einer von Platin, zu erhalten. Aus diesem Unterschied ergiebt sich die wahre Ausdehnung der Platinstange, wenn man die der Reifsbleistange kennt. Letztere bestimmt nun Hr. D. mittelst der von Dulong und Petit gegebenen Werthe für die wahre Ausdehnbarkeit des Platins und Eisens [berücksichtigend dabei einen von Crichton in den Angaben von Dulong und Petit aufgefundenen Rechnungsfehler (*Phil. Mag.* 1824, *Vol. VII p.* 241)] durch directe, zwischen 64° und 660° F. angestellte Versuche, wobei sich, innerhalb dieses Temperaturinter-

Die Schmelzpunkte des Goldes und Silbers wurden in der Eisenmuffel, nahe beim Platingefäfs, bestimmt.

Die Schmelzpunkte der anderen Körper sind in einem der vor einigen Jahren von Hrn. Deyeux jun. erfundenen und construirten Gebläsofen (*forges*) erhalten worden. Diese Gebläsöfen sind zu Untersuchungen ungemein schätzbare Apparate; man kann darin nach Belieben sehr constante Temperaturen von 1000° bis 1600° C. hervorbringen. Man braucht dazu nur einen regelmäfsigen Wind und am Eintritt in den Ofen Diaphragmen von verschiedenen Durchmessern von 6 bis 21 Millimetern anzuwenden. Mittelst dieser Vorsichtsmafsregeln erhält man zwei bis drei Zoll über dem Rost Temperaturen, die bei verschiedenen Versuchen mit demselben Diaphragma nicht mehr als um 50° bis 60° schwanken; davon überzeugte man sich mittelst der Platinkugel, gelegt in ihren Tiegel, der wiederum in einem irdenen Tiegel stand; denn es würde unmöglich gewesen seyn, die Temperatur direct mit dem Luftpyrometer zu messen.

valls, die Verlängerung der 6,5 Zoll langen Reifsbleistange, bei Anwendung von Platin, =0",00784, und bei Anwendung von Eisen, =0",00878 ergab. Nachdem nun hiemit die Ausdehnung der Platinstange gefunden worden, leitet er daraus die Temperatur ab, mit Beachtung der Correction, die wegen der mit der Temperatur steigenden Ausdehnbarkeit des Platins erforderlich ist. Auf diese Weise sind die obigen Schmelzpunkte bestimmt, wobei das Pyrometer in die fliefsenden Metalle gesteckt wurde. Die Verschiebung des Index, also die Messung der Verlängerung, welche das Platin in der Hitze erfuhr, wird durch einen mit Nonius und Lupe versehenen Hebelapparat bewirkt. Es ist ein Vorzug dieses Pyrometers gegen die früheren, dafs der Mefsapparat nicht der Hitze ausgesetzt wird, aber in anderer Beziehung, namentlich in Beziehung auf die ungleiche Beschaffenheit des Reifsbleies, so wie auf die Veränderung, welche das Platin bei mehrmaligem Gebrauch darin erleidet, läfst es sehr viel zu wünschen übrig. (Ausführlich finden sich die Daniell'schen Abhandlungen in den *Phil. Transact.* 1830 und 1831, oder *Phil. Mag. Ser. II Vol. X p.* 191. 268. 350, und *Phil. Mag. Ser. III*, 1832, *Vol. I p.* 197.)

## IV. *Akustisches Pyrometer.*

(*Compt. rend.* 1836, *p.* 28. — Eine der Pariser Academie am 19. Sept. von den HH. Cagniard-Latour und Demonferrand versiegelt übergebene, und nach Vorlesung der Pouillet'schen Abhandlung auf Deren Verlangen eröffnete Notiz.)

Bekanntlich wird die Geschwindigkeit des Schalls in einem Gase ausgedrückt durch die Formel:

$$v=a\sqrt{1+\alpha t},$$

wo $a$ die Geschwindigkeit bei 0°, und $\alpha$ der Ausdehnungscoëfficient des Gases für einen Grad ist.

Andererseits wird die Anzahl der Schwingungen einer gedachten Luftsäule von der Länge $l$ ausgedrückt durch:

$$n=\frac{v}{2l}.$$

Gesetzt nun, man lasse eine Pfeife von Eisen oder Platin ihren Grundton angeben, während sie einmal der Temperatur 0° und ein ander Mal irgend einer Hitze, z. B. dem Schmelzpunkt eines Metalles, ausgesetzt ist. Seyen $n$ und $N$ die Anzahl der in beiden Fällen ausgeführten Schwingungen, so hat man:

$$n=\frac{a}{2l} \qquad N=\frac{a\sqrt{1+\alpha t}}{2l(1+kt)},$$

wo $k$ der Coëfficient der linearen Ausdehnung der Pfeife ist.

Daraus ergiebt sich:

$$t=266°,66\frac{N^2-n^2}{n^2-\frac{2kN^2}{\alpha}}$$

für eine Pfeife von Eisen, wo $k=0{,}0000123$ ist:

$$t=266°,66\,.\,\frac{N^2-n^2}{n^2-0{,}0065\,N^2},$$

für

für eine Pfeife von Platin, wo $k=0,000008565$ ist:

$$t=266^{\circ},66\,.\,\frac{N^2-n^2}{n^2-0,004568\,N^2}\,.$$

Um die Empfindlichkeit dieses Apparats zu zeigen, will ich das einer jeden Octave entsprechende Temperatur-Intervall, so wie den Einfluſs eines Fehlers von einem Komma berechnen.

| | Eiserne Pfeife. | Platinerne Pfeife. |
|---|---|---|
| 1) $N=2n$ | $t=821$ | $t=814$ |
| $N=2n.\frac{81}{80}$ | $t=849$ | $t=842$ |
| 2) $N=4n$ | $t=4464$ | $t=4315$ |
| $N=4n.\frac{81}{80}$ | $t=4597$ | $t=4440.$ |

Die Ungewiſsheit über die Ausdehnung der Metalle in den zu messenden Temperaturen ist eine andere Fehlerquelle. Um die Wichtigkeit derselben einzusehen, bemerke ich zuvörderst, daſs wenn das Metall sich nicht ausdehnte, man für die Temperatur einfach haben würde: $\frac{N^2-n^2}{n^2}$. Nenne ich nun $\vartheta$ diesen genäherten Werth, so kommt:

$$t=\vartheta\left(1+\frac{2kN^2}{an^2}+\frac{4k^2N^4}{a^2n^4}+\ldots\right)$$

Vernachlässigt man das Quadrat und die höheren Potenzen, von $\frac{2kN^2}{an^2}$, so hat man einfach:

$$t=\vartheta+\frac{2kN^2}{an^2}\vartheta.$$

Daraus folgt, daſs die Berichtigung wegen der Ausdehnung der Pfeife beinahe proportional ist dem Ausdehnungscoëfficienten des Metalls und der nicht berichtigten Temperatur.

Der zweite Theil dieses Gesetzes ist nicht hinlänglich richtig; allein der erste, mit welchem ich mich in diesem Augenblick beschäftige, wird durch die Rechnun-

gen für das Eisen und Platin bestätigt. Wirklich sind die Berichtigungen:

21° und 14° für die Annäherung von 800°
464 - 315 - - - - 4000

sehr nahe proportional dem Ausdehnungscoëfficienten des Eisens und dem des Platins. Eine Vergröfserung von $\frac{1}{7}$ in dem Ausdehnungscoëfficienten des Platins würde die Berichtigung für 800° auf 16°, und für 4000° auf 360° bringen, was im ersten Fall einen Fehler von 2° und im zweiten einen von 45° machen wird. Fügt man noch einen Fehler von einem halben Komma in der Beurtheilung des Tons hinzu, so sieht man, dafs man durch dieses Mittel die Temperaturen bis 800° auf 16°, und bis 4000° auf 110° genau messen kann.

---

## V. *Ueber das Krystallwasser des Natron-Alauns; von Hrn. Th. Graham.*

(*Phil. Magaz. Ser. III Vol. IX p.* 26.)

---

Das schwefelsaure Thonerde-Natron krystallisirt in regelmäfsigen Octaëdern, wie das schwefelsaure Thonerde-Kali, während das erstere sechsundzwanzig Atome Wasser enthalten soll, und das letztere nur vierundzwanzig enthält. Die Uebereinstimmung in der Form dieser beiden Salze ist höchst interessant, denn bei keinen andern entsprechenden Kali- und Natronsalzen ist eine solche Beziehung beobachtet worden, aus welcher eigentlich irgend ein Schlufs in Bezug auf Isomorphie gezogen werden könnte. Wenn indefs das Natronsalz zwei Atome Wasser mehr enthält, als das Kalisalz, so folgt nicht, dafs Kali und Natron isomorphe Körper sind, sondern dafs Natron plus zwei Atome Wasser isomorph ist mit

Kali, gleich wie Ammoniak plus ein Atom Wasser isomorph ist mit demselben Körper. Allein die letzte Analogie ist oberflächlich und wahrscheinlich trügerisch.

Die genaue Bestimmung des Krystallwassers von einem Salze ist oft mit nicht unbedeutenden Schwierigkeiten verknüpft, da Vorsichtsmafsregeln genommen werden müssen, die keineswegs einleuchtend sind. Um eine von Kali und Ammoniak freie Thonerde zu bekommen, wurde Kali-Alaun durch kohlensaures Natron gefällt, alsdann die niedergeschlagene Thonerde in der geeigneten Menge Schwefelsäure gelöst und die erforderliche Menge schwefelsauren Natrons hinzugesetzt. Aus dieser Lösung wurde durch freiwillige Abdampfung an der Luft eine bedeutende Menge Natron-Alaun in Krystallen erhalten.

Gleich vielen sehr löslichen Salzen enthalten die Krystalle des Natron-Alauns, frisch bereitet, hygrometrisch eine bedeutende Menge der Mutterlauge, in welcher sie gebildet wurden. Allein die Krystalle dieses Salzes können nicht leicht getrocknet werden, da sie nach dem Verlust ihres hygrometrischen Wassers fast eben so verwitternd sind, als schwefelsaures Natron. Bevor die Krystalle zerlegt wurden, waren sie fünf Monate lang bei kaltem Wetter in einer grofsen verkorkten Flasche aufbewahrt worden. Sie waren auf der Oberfläche vollkommen glänzend geblieben und nicht im Geringsten efflorescirt; allein sie hatten durch Entweichung ihres hygrometrischen Wassers jene aufserordentliche und wäfsrige Klarheit verloren, welche frisch aus ihrer Mutterlauge genommene Krystalle zeigen. Aus meiner Erfahrung über dergleichen Salze, hatte ich Grund zu glauben, dafs die Krystalle des Natron-Alauns sich nun am besten zur Zerlegung eigneten.

An einem sehr trüben Tage wurden die Krystalle gepülvert und zwischen Fliefspapier ausgeprefst. Ein grofser Krystall, zu gleicher Zeit der Luft ausgesetzt, ver-

lor nichts. 20,35 Gran des so vorbereiteten Salzes wurden auf einem Sandbade langsam erhitzt, so dafs sie verwitterten, ohne zu schmelzen oder blasenförmig aufzuschwellen. Nach acht Stunden wurde das Salz bis über den Schmelzpunkt des Zinns erhitzt, und es verlor dabei 8,98 Gran. Darauf wurde es, allmälig und vorsichtig, über einer Weingeistlampe zur Rothgluth erhitzt, wodurch der Verlust 9,65 wurde. Noch eine halbe Stunde lang und mehr dieser Hitze ausgesetzt, verlor es nur noch 0,01 Gran. Vorausgesetzt, dafs es nun alles Wasser verloren hat, besteht das Salz aus:

| | | | Theorie von 24 Atomen Wasser. |
|---|---|---|---|
| Schwefelsaurem Thonerde-Natron | 10,69 | 100,00 | 100,0 |
| Wasser | 9,66 | 90,97 | 88,9 |
| | 20,35 | 190,97. | |

Das geglühte Salz löste sich langsam, aber vollständig in siedendem Wasser. Gefällt mit Chlorbarium lieferte es 21,22 Gran schwefelsauren Baryt, entsprechend 7,37 Gran Säure. Nun enthält das krystallisirte Salz 34,73 Procent Schwefelsäure, während es nach der Theorie von 24 Atomen Wasser 34,93 Procent von dieser Säure enthalten mufs.

Es folgt also aus dieser Zerlegung, dafs der Natron-Alaun nicht sechsundzwanzig, sondern vierundzwanzig Atome Wasser enthält.

Man hat keinen Grund, Berzelius's Analyse des Kali-Alauns, welche ebenfalls 24 Atome Wasser ergiebt, in Zweifel zu ziehen. Getrocknet auf die beim Natron-Alaun beschriebene Weise, fand ich darin:

| | | 24 At. Wasser. |
|---|---|---|
| Schwefelsaures Thonerde-Kali | 100,0 | 100,0 |
| Wasser | 84,8 | 83,4 |
| | 184,8 | 183,4. |

Bei solchen Analysen ist grofse Gefahr, dafs das Wasser etwas Säure mit fortführe, wenn es nicht sehr langsam und vorsichtig ausgetrieben wird. Aus diesem Grunde ist wahrscheinlich der Wassergehalt der Alaune überschätzt worden. Zuvor ganz wasserfrei gemacht, ertragen sie aber schwache Rothgluth ohne Zersetzung.

## VI. *Notizen.*

1) *Erscheinung am Salpeter.* — Wenn man krystallisirten Salpeter schmilzt, und die flüssige Masse in ein flaches Gefäfs ausgiefst, *bevor aller Salpeter geschmolzen* ist, so dafs die Flüssigkeit wenigstens 2 Zoll hoch steht, so zeigt sich Folgendes: Die Oberfläche ist im Augenblick des Erstarrens ziemlich horizontal; sehr bald zeigen sich auf ihr Unebenheiten; an einem Punkte erhebt sie sich darauf bedeutender, bis die erhärtete Kruste nicht mehr nachgeben kann, sondern zerreifst, worauf aus dem Innern ein Strom flüssigen Salpeters emporquillt, und sich in einer von ihm gewählten Richtung oft mehrere Zoll weit hinzieht, bis die Ergiefsung aufhört. — Schon vor vielen Jahren machte ich diese Beobachtung. Sie kam mir jedoch erst in neuerer Zeit wieder in den Sinn, als so viel über Erhebung der Erdoberfläche durch innere Kräfte, und über das Heraustreten der Gebirge, nachdem die Rinde schon erstarrt war, geschrieben und gesprochen wurde. — Dafs Dämpfe hier die wirkende Ursache sind, scheint mir aus dem Grunde wahrscheinlich, weil ich nur bei krystallisirtem Salpeter (der bekanntlich stets etwas Mutterlauge eingeschlossen enthält) diese Erscheinung bemerkte. Niemals trat sie ein, wenn der Salpeter vollständig geschmolzen war, sich also alle Feuchtigkeit entfernt haben mochte, und eben so wenig zeigte sie sich bei schon einmal geschmolzenem Salpeter. Der

Versuch gelingt unter obigen Umständen fast immer, nur nicht zu jeder Zeit gleich gut; ich habe das Hervorquellen bei ganz kleinen Quantitäten oft recht hübsch eintreten sehen, während ein andermal gröfsere Massen hierin sehr nachstanden. (v. Randow, Hauptmann in der Artillerie.)

2) Busolt's *Centrifugalmaschine.* — Diese Maschine, welche man in Fig. 14 Taf. IV im senkrechten Durchschnitt abgebildet sieht, unterscheidet sich von andern dieser Art dadurch, dafs die grofse Scheibe *A* nicht mit einer Handhabe in Umdrehung versetzt wird, sondern durch einen Druck auf den Winkelhebel *F*, welcher mittelst eines Eisendrahts mit den Krummzapfen *E* der Axe von *A* in Verbindung steht. Um die Scheibe *A* läuft in einer Hohlkehle am Rande eine Schnur, welche die Rolle *C* in Umlauf setzt. Da diese Rolle im Durchmesser nur 0,05 von der Scheibe beträgt, sie also nur auf einer kleinen Strecke von der Schnur berührt wird, so ist, um diese Berührung zu vergröfsern und ein blofses Fortgleiten der Schnur zu verhüten, eine zweite Rolle *B* angebracht, deren Axe oben und unten in einer Nuthe, senkrecht gegen die Linie, welche die Mittelpunkte von *A* und *C* verbinden würde, verschiebbar ist, und mehr oder weniger von aufsen gegen die Schnur angedrückt werden kann. Dadurch wird zugleich die Schnur straff erhalten. Die Axe von *C* trägt die Scheibe von *D*, welche zunächst zur Darstellung der im Bd. XXXII S. 656 beschriebenen optischen Erscheinungen bestimmt ist. Drückt man den Winkelhebel *F* drei Mal in der Secunde nieder, macht sie in derselben Zeit 60 Umläufe. Begreiflich ist, dafs diese Geschwindigkeit durch Abänderung des Verhältnisses der Durchmesser von *C* und *A* leicht gesteigert, und überhaupt die Maschine, die bis auf den oberen Theil der Axe von *C* in einen Kasten eingeschlossen ist, zu allen Zwecken einer gewöhnlichen Centrifugalmaschine angewandt werden kann.

3) *Höhe der Berge in Griechenland.* — Nach geodätischen Messungen an den Küsten des jonischen Meeres und in den Buchten von Aegina, Corinth, Nauplia und Marathonisi, giebt Hr. Peytier, der sich von 1828 bis 1836 in Griechenland aufhielt, folgende Höhenbestimmungen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Taygetos | 2409 Met. | Citheron | 1411 Met. |
| Ziria (Cyllene) | 2374 - | Helicon | 1749 - |
| Khelmos | 2355 - | Parnafs | 2459 - |
| Olonos | 2224 - | Vardussia | 2492 - |
| Hymettus | 1027 - | Delphi (in Euboea) | 1745 - |
| Pentelicos | 1110 - | Guiona | 2511 - |

Keiner dieser Berge trägt ewigen Schnee. — Die mittlere Lufttemperatur von *Athen* (42° 19′ N.) ergab sich nach dreijährigen Beobachtungen = 15°,5 C. (*L'Institut, No.* 191 *p.* 2.)

4) *Höhe der Rocky-Mountains.* — Nach einer, freilich wohl noch nicht für ganz verbürgt zu haltenden Angabe, die Herr Renwick, Professor am Columbia College in New-York, in einem Anhang zu Hrn. Washington Irwing's neuestem Werk: »*Astoria or Enterprize beyond the Rocky-Mountains*« mittheilt, kommt dieser Fortsatz der mächtigen Cordilleren-Kette an Höhe dem Himalaya nahe, indem einzelne Gipfel sich bis zu 25000 engl. Fufs erheben. Dafs sie bisher für nicht so hoch gehalten worden, soll durch ihre Lage auf einer Hochebene veranlafst seyn. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. X p.* 78.)

5) *Höhe der Wolken in den Pyrenäen i. J.* 1826 — bestimmt von den HH. Peytier und Hossard durch Messung der Pics, welche die Wolken mit ihrer unteren oder oberen Fläche berührten:

| | Untere Fläche. | | Obere Fläche. | | Untere Fläche. | | Obere Fläche. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Juni | Meter | Juli | Meter | Sept. | Meter | Aug. | Meter |
| 14 | 850 | 5 | 1200 | 7 | 1000 | 28 | 1500 |
| 15 | 850 | 12 | 1600 | 9 | 1400 | 30 | 2300 |
| 17 | 1500 | 20 | 2000 | 12 | 1000 | Sept. | |
| 21 | 2500 | 21 | 1850 | 13 | 1500 | 10 | 1300 |
| 22 | 2000 | 22 | 2900 | 18 | 1200 | | |
| 23 | 2200 | 25 | 2500 | 21 | 1000 | | |
| 27 | 550 | 26 | 2200 | 22 | 1000 | | |
| 28 | 900 | 27 | 2500 | 23 | 2000 | | |
| Aug. | | 28 | 2200 | 24 | 1450 | | |
| 4 | 1600 | Aug. | | 25 | 1250 | | |
| 5 | 1600 | 11 | 1900 | 26 | 1950 | | |
| 21 | 1300 | 12 | 1800 | 29 | 450 | 29 | 900 |
| 22 | 1300 | 15 | 1600 | 30 | 600 | 30 | 1450 |
| Sept. | | 16 | 1650 | Oct. | | | |
| 5 | 2000 | 17 | 2000 | 1 | 1350 | | |
| 6 | 1500 | 27 | 3000 | 3 | 1200 | | |
| | | | | 4 | 1200 | | |

Aus den beiden gleichzeitigen Messungen am 29. und 30. Sept. ergiebt sich die Dicke der Wolkenschicht zu 450 und 850 Meter. (*Compt. rend.* 1817, *I p.* 25.)

6) *Tiefe des Bohrlochs zu Grenelle* (Ann. Bd. 38 S. 416) im October 1836 = 1112 Fuſs, noch immer in der Kreide; Temperatur = 24°,1 C. (*L'Instit. No.* 180 *p.* 384.)

7) *Der in Schottland im Granit erbohrte artesische Brunnen* (Ann. Bd. 38 S. 285) verdankt, nach Hrn. Robison, sein Wasser einer mit Sand und Kies erfüllten Spalte. (*Compt. rend.* 1836, *II No.* 20 *p.* 583.)

8) *Nordlicht vom* 18. *Oct.* 1836 — ist auch, wahrscheinlich am südlichsten, zu Forli, im Kirchenstaat, von Hrn. Matteucci gesehen. Die Höhe betrug 25° bis 30°, die Amplitude 70° bis 80°, das Licht war lebhaft purpurroth. Auſserdem wurde es noch beobachtet in Genf, Cahors, im Rhonethal (S. 416), und, nach einer Mittheilung des Dr. Wernecke, in Stralsund.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin.

## Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — September 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 37,62 | 36,85 | 35,54 | + 7,9 | +20,2 | +13,5 | +18,1 | +19,7 | S. | S. | SSO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 2 | 35,77 | 35,02 | 34,91 | + 7,7 | +20,2 | +14,8 | +19,7 | +18,1 | WSW. | S. | SW. | ht. ht. | ht. | bd. R. |
| 3 | 36,22 | 36,81 | 36,78 | + 8,0 | +14,9 | +10,8 | +14,7 | +14,7 | W. | W. | W. | ht. | v. | ht. |
| 4 | 34,99 | 34,10 | 33,55 | + 7,1 | +18,5 | +12,7 | +16,1 | +17,4 | SO. | SO. | SO. | ht. | v. | ht. |
| 5 | 32,90 | 32,70 | 33,32 | +12,4 | +21,9 | +16,4 | +20,1 | +21,8 | SO. | SO. | SO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 6 | 34,40 | 34,54 | 34,46 | + 9,0 | +16,3 | +12,3 | +15,7 | +15,7 | W. | SW. | SW. | v. | bw. | v. |
| 7 | 34,65 | 33,83 | 32,97 | +10,0 | +17,3 | +13,3 | +16,5 | +14,7 | SO. | ONO. | O. | ht. ht. | ht. ht. | R. G. |
| 8 | 34,20 | 34,50 | 34,60 | +10,4 | +14,8 | +11,3 | +12,8 | +14,4 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | ht. |
| 9 | 34,73 | 34,47 | 34,29 | + 7,9 | +13,1 | +11,4 | +12,8 | +13,0 | SSW. | SSW. | NW. | bd. nb. | bd. | bd. |
| 10 | 34,79 | 34,80 | 34,96 | + 7,0 | +14,8 | +10,5 | +14,4 | +12,8 | SW. | WSW. | W. | ht. ht. | bw. | bw. |
| 11 | 34,31 | 34,36 | 34,39 | + 7,9 | +12,1 | +11,1 | +11,5 | +10,8 | SW. | SO. | SO. | v. | bd. r. | bd. r. |
| 12 | 35,07 | 35,12 | 34,86 | + 7,6 | + 8,9 | + 8,1 | + 8,7 | + 8,7 | W. | W. | W. | bd. r. | bd. r. | bd. r. |
| 13 | 35,92 | 36,15 | 36,13 | + 4,9 | +12,4 | + 8,2 | +11,8 | +11,3 | OSO. | O. | O. | v. | ht. | v. |
| 14 | 37,51 | 37,45 | 37,42 | + 4,5 | +11,5 | + 7,7 | +10,8 | +10,5 | O. | O. | O. | v. | l. bd. | bd. |
| 15 | 37,63 | 37,17 | 37,06 | + 6,3 | +12,5 | + 8,7 | +11,5 | +11,6 | O. | O. | SO. | ht. ht. | ht. | bd. |
| 16 | 37,64 | 37,44 | 37,19 | + 7,3 | +14,4 | +10,2 | +13,5 | +13,8 | NO. | O. | O. | v. | ht. | ht. |
| 17 | 37,05 | 37,01 | 37,83 | + 7,6 | +14,8 | +11,0 | +14,5 | +14,2 | SO. | S. | SSW. | bd. | ht. | bd. |
| 18 | 35,81 | 35,31 | 34,88 | + 6,4 | +14,7 | +10,2 | +14,0 | +14,3 | SW. | SO. | SW. | ht. ht. | v. | bd. |
| 19 | 33,01 | 32,42 | 31,98 | + 8,1 | +12,2 | +10,2 | +10,7 | +10,7 | WNW. | SW. | NW. | v. | bd. | v. r. |
| 20 | 33,40 | 33,34 | 33,41 | + 4,9 | +10,5 | + 6,7 | + 8,8 | + 8,1 | W. | W. | W. | bd. | bd. | bd. R. |

## (September 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 34,27 | 34,72 | 35,02 | + 3,6 | + 8,6 | + 5,6 | + 7,3 | + 6,3 | W. | NW. | W. | ht. ht. | bw. | ht. |
| 22 | 38,19 | 38,54 | 38,65 | + 3,3 | + 9,0 | + 5,7 | + 8,3 | + 8,5 | SW | W. | W. | ht. ht. | ht. | ht. ht. |
| 23 | 38,16 | 37,67 | 36,48 | + 3,1 | +10,3 | + 7,7 | + 9,5 | + 9,0 | WSW. | W | SW. | ht. | l. bd. | bd. |
| 24 | 34,66 | 35,29 | 36,03 | + 6,8 | +12,0 | +10,9 | +11,3 | +11,7 | SW. | W. | W. | bd. r. | bd. r. | bd. |
| 25 | 35,70 | 35,33 | 35,40 | + 9,2 | +13,3 | +11,8 | +12,4 | +12,3 | SW. | NW. | NW. | ht. | bd. | bd. |
| 26 | 37,57 | 37,48 | 37,28 | + 7,8 | +12,7 | +10,3 | +12,4 | +11,7 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | bd. |
| 27 | 36,91 | 36,38 | 35,42 | + 9,3 | +17,8 | +11,3 | +15,6 | +17,3 | SW. | SW. | S. | ht. | ht. | ht. ht. |
| 28 | 35,13 | 34,60 | 33,63 | + 9,6 | +17,6 | +13,0 | +16,1 | +17,3 | S. | S. | SW. | v. | ht. | ht. |
| 29 | 33,06 | 33,20 | 32,81 | +10,4 | +14,8 | +11,3 | +13,7 | +13,8 | SW. | SW. | SW. | ht. ht. | bw. | bd. |
| 30 | 31,75 | 30,76 | 30,17 | +10,7 | +16,9 | +13,2 | +15,1 | +16,4 | SO. | SO. | S. | bd. | v. | bd. |
| | 35,027 | 34,762 | 34,538 | + 8,74 | +17,20 | +12,70 | +16,09 | +16,23 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 35,735 | 35,577 | 35,515 | + 6,55 | +12,40 | + 9,21 | +11,58 | +11,40 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 35,540 | 35,397 | 35,089 | + 7,38 | +13,30 | +10,08 | +12,17 | +12,43 | - - 21 - 30 | | | | | |
| | 35,434 | 35,245 | 35,047 | + 7,56 | +14,30 | +10,66 | +13,28 | +13,36 | - - 1 - 30 | | | | | |

**Erläuterungen.** ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — October 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 34,56 | 34,85 | 34,45 | + 7,7 | +12,4 | + 8,9 | +11,2 | +11,8 | SW. | SW. | SW. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 2 | 30,61 | 30,24 | 30,54 | + 6,4 | +12,3 | + 9,3 | +10,9 | +12,0 | SW. | S. | SW. | bd. | t. | bd. |
| 3 | 32,07 | 31,12 | 30,50 | + 5,2 | +13,3 | + 8,2 | +11,5 | +13,1 | S. | S. | S. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 4 | 34,28 | 34,20 | 33,91 | + 5,6 | +11,7 | + 8,3 | +12,1 | +11,6 | SW. | S. | S. | ht. ht. | ht. | bd. |
| 5 | 35,53 | 35,86 | 36,47 | + 8,8 | +15,1 | +12,3 | +14,7 | +14,5 | S. | NW. | NW. | v. | ht. | v. |
| 6 | 37,92 | 37,48 | 36,76 | + 9,6 | +17,2 | +11,3 | +16,0 | +16,8 | WNW. | SO. | SO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 7 | 35,09 | 35,12 | 34,90 | + 9,6 | +17,3 | +12,5 | +16,4 | +16,8 | S. | S. | S. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 8 | 33,66 | 33,11 | 32,41 | + 8,0 | +17,7 | +12,2 | +16,5 | +16,8 | SSO. | S. | SO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 9 | 33,05 | 33,31 | 33,22 | + 9,8 | +16,0 | +11,6 | +14,7 | +15,6 | SW. | NW. | W. | ht. ht. | ht. ht. | v. |
| 10 | 34,98 | 34,84 | 34,56 | + 8,4 | +13,7 | + 9,6 | +12,3 | +12,9 | SW. | SW. | SW. | v. | ht. | ht. |
| 11 | 34,85 | 34,21 | 33,99 | + 8,4 | +15,9 | +11,1 | +15,1 | +15,8 | S. | SO. | SSO. | ht. ht. | ht. ht | ht. ht. |
| 12 | 33,52 | 33,89 | 34,18 | + 8,6 | +13,5 | +11,0 | +13,0 | +11,7 | W. | SW. | SW. | bd. | bd. | bd. |
| 13 | 33,96 | 33,48 | 33,12 | + 6,7 | +11,5 | + 9,0 | +11,3 | +10,5 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | bd. r. |
| 14 | 35,15 | 35,93 | 36,51 | +10,3 | +14,7 | +12,7 | +14,0 | +14,1 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | ht. |
| 15 | 38,51 | 38,00 | 37,42 | + 7,7 | +15,5 | +10,8 | +13,8 | +24,9 | O. | SO. | SO. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 16 | 38,93 | 39,22 | 39,57 | + 7,1 | +11,3 | +10,8 | +11,2 | +10,5 | NW. | NW. | NW. | bd. | bd. | bd. |
| 17 | 40,68 | 40,69 | 40,55 | + 8,6 | +11,9 | + 9,9 | +11,7 | +11,6 | NO. | NO. | ONO. | bd. | bd. | bd. |
| 18 | 40,93 | 40,72 | 40,48 | + 6,4 | +10,8 | + 8,4 | +10,7 | +10,7 | O. | SO. | O. | v. | bd. | ht. |
| 19 | 39,65 | 39,25 | 38,66 | + 7,4 | +14,1 | + 9,3 | +12,7 | +13,2 | S. | SW. | SW. | ht. | ht. ht. | v. |
| 20 | 38,80 | 38,70 | 37,70 | + 7,0 | + 9,5 | + 7,2 | + 8,8 | + 9,2 | NW. | NW. | NW. | bd. | bd. | bd. |



| | | | |
|---|---|---|---|
| 27 | 550 | 26 | 22.. |
| 28 | 900 | 27 | 250 |
| Aug. | | 28 | 220 |
| 4 | 1600 | Aug. | |
| 5 | 1600 | 11 | 190 |
| 21 | 1300 | 12 | 180 |
| 22 | 1300 | 15 | 160 |
| Sept. | | 16 | 165 |
| 5 | 2000 | 17 | 200 |
| 6 | 1500 | 27 | 3000 |

Aus den beiden gleich
30. Sept. ergiebt sich die
450 und 850 Meter. (*Co*

6) *Tiefe des Bohrloc*
S. 416) im October 1836
der Kreide; Temperatur =
*p.* 384.)

7) *Der in Schottlan*
*sche Brunnen* (Ann. Bd. 38
Robison, sein Wasser ein
ten Spalte. (*Compt. rend.*

## Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — September 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 37,62 | 36,85 | 35,54 | + 7,9 | +20,2 | +13,5 | +18,1 | +19,7 | S. | S. | SSO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 2 | 35,77 | 35,02 | 34,91 | + 7,7 | +20,2 | +14,8 | +19,7 | +18,1 | WSW. | S. | SW. | ht. ht. | ht. | bd. R. |
| 3 | 36,22 | 36,81 | 36,78 | + 8,0 | +14,9 | +10,8 | +14,7 | +14,7 | W. | W. | W. | ht. | v. | ht. |
| 4 | 34,99 | 34,10 | 33,55 | + 7,1 | +18,5 | +12,7 | +16,1 | +17,4 | SO. | SO. | SO. | ht. | v. | ht. |
| 5 | 32,90 | 32,70 | 33,32 | +12,4 | +21,9 | +16,4 | +20,1 | +21,8 | SO. | SO. | SO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 6 | 34,40 | 34,54 | 34,46 | + 9,0 | +16,3 | +12,3 | +15,7 | +15,7 | W. | SW. | SW. | v. | bw. | v. |
| 7 | 34,65 | 33,83 | 32,97 | +10,0 | +17,3 | +13,3 | +16,5 | +14,7 | SO. | ONO. | O. | ht. ht. | ht. ht. | R. G. |
| 8 | 34,20 | 34,50 | 34,60 | +10,4 | +14,8 | +11,3 | +12,8 | +14,4 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | ht. |
| 9 | 34,73 | 34,47 | 34,29 | + 7,9 | +13,1 | +11,4 | +12,8 | +13,0 | SSW. | SSW. | NW. | bd. nb. | bd. | bd. |
| 10 | 34,79 | 34,80 | 34,96 | + 7,0 | +14,8 | +10,5 | +14,4 | +12,8 | SW. | WSW. | W. | ht. ht. | bw. | bw. |
| 11 | 34,31 | 34,36 | 34,39 | + 7,9 | +12,1 | +11,1 | +11,5 | +10,8 | SW. | SO. | SO. | v. | bd. r. | bd. r. |
| 12 | 35,07 | 35,12 | 34,86 | + 7,6 | + 8,9 | + 8,1 | + 8,7 | + 8,7 | W. | W. | W. | bd. r. | bd. r. | bd. r. |
| 13 | 35,92 | 36,15 | 36,13 | + 4,9 | +12,4 | + 8,2 | +11,8 | +11,3 | OSO. | O. | O. | v. | ht. | v. |
| 14 | 37,51 | 37,45 | 37,42 | + 4,5 | +11,5 | + 7,7 | +10,8 | +10,5 | O. | O. | O. | v. | l. bd. | bd. |
| 15 | 37,63 | 37,17 | 37,06 | + 6,3 | +12,5 | + 8,7 | +11,5 | +11,6 | O. | O. | SO. | ht. ht. | ht. | bd. |
| 16 | 37,64 | 37,44 | 37,19 | + 7,3 | +14,4 | +10,2 | +13,5 | +13,8 | NO. | O. | O. | v. | ht. | ht. |
| 17 | 37,05 | 37,01 | 37,83 | + 7,6 | +14,8 | +11,0 | +14,5 | +14,2 | SO. | S. | SSW. | bd. | ht. | bd. |
| 18 | 35,81 | 35,31 | 34,88 | + 6,4 | +14,7 | +10,2 | +14,0 | +14,3 | SW. | SO. | SW. | ht. ht. | v. | bd. |
| 19 | 33,01 | 32,42 | 31,98 | + 8,1 | +12,2 | +10,2 | +10,7 | +10,7 | WNW. | SW. | NW. | v. | bd. | v. r. |
| 20 | 33,40 | 33,34 | 33,41 | + 4,9 | +10,5 | + 6,7 | + 8,8 | + 8,1 | W. | W. | W. | bd. | bd. | bd. R. |

(September 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 34,27 | 34,72 | 35,02 | + 3,6 | + 8,6 | + 5,6 | + 7,3 | + 6,3 | W. | NW. | W. | ht. ht. | bw. | ht. |
| 22 | 38,19 | 38,54 | 38,65 | + 3,3 | + 9,0 | + 5,7 | + 8,3 | + 8,5 | SW | W. | W. | ht. ht. | ht. | ht. ht. |
| 23 | 38,16 | 37,67 | 36,48 | + 3,1 | +10,3 | + 7,7 | + 9,5 | + 9,0 | WSW. | W | SW. | ht. | l. bd. | bd. |
| 24 | 34,66 | 35,29 | 36,03 | + 6,8 | +12,0 | +10,9 | +11,3 | +11,7 | SW. | W. | W. | bd. r. | bd. r. | bd. |
| 25 | 35,70 | 35,33 | 35,40 | + 9,2 | +13,3 | +11,8 | +12,4 | +12,3 | SW. | NW. | NW. | ht. | bd. | bd. |
| 26 | 37,57 | 37,48 | 37,28 | + 7,8 | +12,7 | +10,3 | +12,4 | +11,7 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | bd. |
| 27 | 36,91 | 36,38 | 35,42 | + 9,3 | +17,8 | +11,3 | +15,6 | +17,3 | SW. | SW. | S. | ht. | ht. | ht. ht. |
| 28 | 35,13 | 34,60 | 33,63 | + 9,6 | +17,6 | +13,0 | +16,1 | +17,3 | S. | S. | SW. | v. | ht. | ht. |
| 29 | 33,06 | 33,20 | 32,81 | +10,4 | +14,8 | +11,3 | +13,7 | +13,8 | SW. | SW. | SW. | ht. ht. | bw. | bd. |
| 30 | 31,75 | 30,76 | 30,17 | +10,7 | +16,9 | +13,2 | +15,1 | +16,4 | SO. | SO. | S. | bd. | v. | bd. |
| | 35,027 | 34,762 | 34,538 | + 8,74 | +17,20 | +12,70 | +16,09 | +16,23 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 35,735 | 35,577 | 35,515 | + 6,55 | +12,40 | + 9,21 | +11,58 | +11,40 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 35,540 | 35,397 | 35,089 | + 7,38 | +13,30 | +10,08 | +12,17 | +12,43 | - - 21 - 30 | | | | | |
| | 35,434 | 35,245 | 35,047 | + 7,56 | +14,30 | +10,66 | +13,28 | +13,36 | - - 1 - 30 | | | | | |

Erläuterungen. ht. ht.=ganz heiter; ht.=heiter; w.=wolkig; v.=vermischt; bd.=bedeckt; t.=trübe; n.=neblig; N.=Nebel; r.=regnigt; R.=Regen; Sn.=Schnee; Rf.=Reif; St.=Sturm; st.=stürmisch; G.=Gewitter; Gw.=Gewitterwolken; H.=Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster =16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

## Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — October 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 34,56 | 34,85 | 34,45 | + 7,7 | +12,4 | + 8,9 | +11,2 | +11,8 | SW. | SW. | SW. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 2 | 30,61 | 30,24 | 30,54 | + 6,4 | +12,3 | + 9,3 | +10,9 | +12,0 | SW. | S. | SW. | bd. | t. | bd. |
| 3 | 32,07 | 31,12 | 30,50 | + 5,2 | +13,3 | + 8,2 | +11,5 | +13,1 | S. | S. | S. | ht. ht. | ht. ht. | ht. |
| 4 | 34,28 | 34,20 | 33,91 | + 5,6 | +11,7 | + 8,3 | +12,1 | +11,6 | SW. | S. | S. | ht. ht. | ht. | bd. |
| 5 | 35,53 | 35,86 | 36,47 | + 8,8 | +15,1 | +12,3 | +14,7 | +14,5 | S. | NW. | NW. | v. | ht. | v. |
| 6 | 37,92 | 37,48 | 36,76 | + 9,6 | +17,2 | +11,3 | +16,0 | +16,8 | WNW. | SO. | SO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 7 | 35,09 | 35,12 | 34,90 | + 9,6 | +17,3 | +12,5 | +16,4 | +16,8 | S. | S. | S. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 8 | 33,66 | 33,11 | 32,41 | + 8,0 | +17,7 | +12,2 | +16,5 | +16,8 | SSO. | S. | SO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 9 | 33,05 | 33,31 | 33,22 | + 9,8 | +16,0 | +11,6 | +14,7 | +15,6 | SW. | NW. | W. | ht. ht. | ht. ht. | v. |
| 10 | 34,98 | 34,84 | 34,56 | + 8,4 | +13,7 | + 9,6 | +12,3 | +12,9 | SW. | SW. | SW. | v. | ht. | ht. |
| 11 | 34,85 | 34,21 | 33,99 | + 8,4 | +15,9 | +11,1 | +15,1 | +15,8 | S. | SO. | SSO. | ht. ht. | ht. ht | ht. ht. |
| 12 | 33,52 | 33,89 | 34,18 | + 8,6 | +13,5 | +11,0 | +13,0 | +11,7 | W. | SW. | SW. | bd. | bd. | bd. |
| 13 | 33,96 | 33,48 | 33,12 | + 6,7 | +11,5 | + 9,0 | +11,3 | +10,5 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | bd. r. |
| 14 | 35,15 | 35,93 | 36,51 | +10,3 | +14,7 | +12,7 | +14,0 | +14,1 | SW. | SW. | SW. | v. | bd. | ht. |
| 15 | 38,51 | 38,00 | 37,42 | + 7,7 | +15,5 | +10,8 | +13,8 | +24,9 | O. | SO. | SO. | ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 16 | 38,93 | 39,22 | 39,57 | + 7,1 | +11,3 | +10,8 | +11,2 | +10,5 | NW. | NW. | NW. | bd. | bd. | bd. |
| 17 | 40,68 | 40,69 | 40,55 | + 8,6 | +11,9 | + 9,9 | +11,7 | +11,6 | NO. | NO. | ONO. | bd. | bd. | bd. |
| 18 | 40,93 | 40,72 | 40,48 | + 6,4 | +10,8 | + 8,4 | +10,7 | +10,7 | O. | SO. | O. | v. | bd. | ht. |
| 19 | 39,65 | 39,25 | 38,66 | + 7,4 | +14,1 | + 9,3 | +12,7 | +13,2 | S. | SW. | SW. | ht. | ht. ht. | v. |
| 20 | 38,80 | 38,70 | 37,70 | + 7,0 | + 9,5 | + 7,2 | + 8,8 | + 9,2 | NW. | NW. | NW. | bd. | bd. | bd. |

## (October 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 38,79 | 39,34 | 39,59 | + 4,5 | + 9,0 | + 5,7 | + 8,6 | + 8,7 | NW. | NW. | NW. | ht. | ht. | bd. |
| 22 | 41,73 | 41,65 | 41 34 | + 4,7 | + 9,6 | + 4,9 | + 8,7 | + 8,8 | NW. | NW. | NW. | ht. | ht. | v. |
| 23 | 38,98 | 38,64 | 38,03 | + 5,1 | + 9,3 | + 6,5 | + 8,9 | + 8,7 | W. | W. | W. | v. | bd. | bd. |
| 24 | 37,49 | 37,64 | 37,61 | + 7,7 | +10,3 | + 7,8 | + 8,7 | +10,0 | NW. | NW. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 25 | 37,48 | 37,52 | 37,24 | + 8,7 | +10,1 | + 9,2 | + 9,8 | + 9,5 | W. | W. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 26 | 36,90 | 36,62 | 36,02 | + 7,5 | +10,3 | + 8,1 | + 9,7 | + 9,7 | SW. | W. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 27 | 32,73 | 31,57 | 30,25 | + 6,0 | + 9,6 | + 7,5 | + 9,3 | + 9,0 | SW. | WSW. | WSW. | bd. | bd. | bd. |
| 28 | 31,98 | 32,23 | 31,93 | + 1,7 | + 4,8 | + 2,8 | + 4,4 | + 4,4 | WSW. | WSW. | W. | v. | bd. | ht. |
| 29 | 31,40 | 31,10 | 30,89 | + 0,0 | + 3,6 | + 1,2 | + 3,3 | + 3,0 | SW. | SW. | SW. | ht. | v. | bd. |
| 30 | 31,21 | 31,48 | 32,04 | + 0,2 | + 2,7 | + 0,2 | + 1,2 | + 2,3 | W. | NW | N. | Sn. | bd. | v. |
| 31 | 34,56 | 34,81 | 35,09 | + 2,5 | + 2,0 | + 1,3 | + 1,3 | + 1,5 | NW. | N. | N. | ht. ht. | ht. | ht. |
| | 34,175 | 34,013 | 33,772 | + 7,91 | +14,67 | +10,42 | +13,63 | +14,19 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 37,498 | 37,409 | 37,218 | + 7,82 | +12,87 | +10,62 | +12,23 | +12,22 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 35,750 | 35,696 | 35,457 | + 3,96 | + 7,39 | + 4,78 | + 6,72 | + 6,87 | - - 20 - 31 | | | | | |
| | 35,806 | 35,704 | 35,482 | + 6,48 | +11,51 | + 8,29 | +10,72 | +10,96 | - - - 1 - 31 | | | | | |

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

## Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — November 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 37,16 | 37,39 | 37,42 | — 2,1 | + 1,4 | — 1,2 | + 0,2 | + 0,4 | W. | W. | SW. | bd. | ht. | ht. |
| 2 | 37,17 | 36,95 | 36,61 | — 1,5 | + 2,1 | — 0,5 | + 1,3 | + 1,7 | SW. | SW. | SW. | bd. | v. | bd. |
| 3 | 33,86 | 33,78 | 33,71 | + 1,4 | + 5,8 | + 3,1 | + 4,9 | + 5,5 | W. | W. | W. | bd. t. n. | bd. | bd. |
| 4 | 30,73 | 30,70 | 30,47 | + 2,9 | + 6,5 | + 5,3 | + 4,6 | + 6,0 | SW. | W. | W. | ht. | bd. r. H. | ht. |
| 5 | 28,84 | 27,69 | 26,64 | + 1,9 | + 6,0 | + 3,2 | + 5,7 | + 5,4 | W. | W. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 6 | 29,01 | 29,60 | 30,14 | + 2,4 | + 5,4 | + 3,4 | + 4,7 | + 5,1 | SW. | W. | W. | ht. | bd. r. | bd. |
| 7 | 31,71 | 32,02 | 32,30 | + 0,8 | + 4,9 | + 2,3 | + 4,5 | + 3,2 | SW. | SW. | W. | ht. | v. | bd. |
| 8 | 35,60 | 36,24 | 36,77 | + 0,0 | + 3,9 | + 2,7 | + 3,3 | + 3,2 | SW. | SW. | WSW. | bd. t. | bd. | bd. |
| 9 | 39,81 | 40,24 | 40,19 | + 0,3 | + 4,1 | + 1,6 | + 3,5 | + 3,7 | W. | W. | W. | bd. | v. | v. |
| 10 | 39,24 | 38,67 | 36,94 | — 1,6 | + 2,9 | — 0,3 | + 2,2 | + 2,5 | SO. | SSO. | SO. | ht. | v. | bd. |
| 11 | 35,73 | 35,71 | 35,57 | + 1,9 | + 5,6 | + 3,2 | + 4,8 | + 5,0 | SO. | SSO. | SSO. | bd. r. | bd. r. | bd. |
| 12 | 35,73 | 36,84 | 36,97 | + 0,4 | + 2,8 | + 0,7 | + 2,2 | + 2,8 | SO. | OSO. | O. | bd. | ht. | ht. |
| 13 | 38,13 | 37,83 | 37,54 | + 0,6 | + 3,6 | + 1,7 | + 3,3 | + 3,3 | SO. | SO. | SO. | bd. | bd. | bd. |
| 14 | 35,10 | 34,42 | 33,59 | 0,0 | + 4,5 | + 1,8 | + 3,3 | + 4,3 | SO. | SO. | SO. | ht. ht. | v. | v. |
| 15 | 34,63 | 35,12 | 35,43 | + 2,1 | + 5,6 | + 3,7 | + 4,6 | + 5,1 | NW. | W. | W. | bd. r. | bd. | v. |
| 16 | 38,13 | 37,93 | 37,62 | + 1,4 | + 4,1 | + 2,2 | + 3,7 | + 4,0 | W. | W. | W. | bd. | bd. | v. |
| 17 | 35,46 | 34,69 | 34,07 | — 1,3 | + 2,6 | — 0,7 | + 1,8 | + 2,4 | SO. | SO. | SO. | ht. ht. | ht. ht. | ht. ht. |
| 18 | 30,73 | 29,89 | 29,09 | + 0,7 | + 4,6 | + 1,8 | + 3,2 | + 3,9 | SO. | SO. | SO. | bd. | bd. | v. |
| 19 | 29,40 | 29,81 | 30,65 | + 1,8 | + 3,8 | + 2,6 | + 2,7 | + 3,3 | WSW. | W. | NW. | bd. | bd. | bd. |
| 20 | 30,71 | 30,89 | 31,08 | + 2,0 | + 4,2 | + 2,7 | + 3,5 | + 4,0 | NO. | NNO. | N. | bd. | bd. | bd. |

## (November 1836.)

| Tag | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 35,12 | 35,41 | 35,58 | + 3,4 | + 5,0 | + 4,4 | + 4,8 | + 4,8 | N. | N. | N. | bd. | bd. | bd. |
| 22 | 36,27 | 36,10 | 36,07 | + 1,7 | + 3,2 | + 2,0 | + 2,7 | + 2,9 | N. | NO. | N. | bd. | bd. | v. |
| 23 | 34,79 | 33,57 | 32,09 | − 2,2 | − 0,1 | − 1,8 | − 0,4 | − 0,3 | SO. | SO. | SO. | v. | bd. | bd. |
| 24 | 29,44 | 29,11 | 29,00 | − 0,5 | + 2,0 | + 0,9 | + 1,5 | + 1,0 | SO. | SO. | SO. | Sn. bd. | bd. | bd. |
| 25 | 31,75 | 32,72 | 33,21 | − 3,3 | − 3,1 | − 2,9 | − 3,3 | − 3,9 | O. | O. | O. | bd. | bd. | bd. |
| 26 | 35,56 | 35,44 | 35,15 | − 8,0 | − 4,4 | − 6,4 | − 5,1 | − 4,6 | O. | O. | O. | ht. | ht. | ht. |
| 27 | 32,16 | 31,70 | 31,55 | − 7,5 | − 2,2 | − 4,0 | − 3,8 | − 2,4 | SO. | SO. | SO. | bd. | bd. r. | r. |
| 28 | 33,47 | 33,23 | 32,85 | − 1,4 | + 5,8 | + 3,4 | + 4,6 | + 5,7 | SW. | SW. | SW. | bd. | bd. n. | bd. |
| 29 | 30,28 | 29,68 | 29,46 | + 4,7 | +10,1 | + 8,0 | + 7,8 | + 9,8 | SW. | SW | SW. | bd. r. | bd r. | bd. |
| 30 | 32,67 | 32,68 | 32,09 | + 6,7 | + 8,5 | + 7,0 | + 7,7 | + 7,0 | W. | W. | W. | bd. | bd. | r. |
| | 34,313 | 34,328 | 34,119 | + 2,45 | + 4,30 | + 1,96 | +3,49 | + 3,67 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 34,375 | 34,313 | 34,161 | + 0,96 | + 4,14 | + 1,97 | +3,31 | + 3,81 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 33,151 | 32,964 | 32,705 | − 0,61 | + 2,48 | + 1,06 | +1,55 | + 2,00 | - - 21 - 30 | | | | | |
| | 33,946 | 33,868 | 33,662 | + 0,92 | + 3,64 | + 1,66 | +1,78 | + 3,16 | - - 1 - 30 | | | | | |

**Erläuterungen.** ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Strafsenpflaster = 16,5 Par. Fufs. — Angabe seines Standes, der Ueberschufs über 300 Par. Lin.

# Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Berlin. — December 1836.

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 1 | 34,31 | 34,94 | 36,00 | + 4,6 | + 5,8 | + 5,0 | + 5,8 | + 4,4 | W. | W. | W. | v. | v. | ht. |
| 2 | 37,47 | 37,77 | 37,75 | + 2,2 | + 5,6 | + 3,7 | + 5,0 | + 4,4 | W. | W. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 3 | 32,71 | 32.18 | 31,92 | + 4,0 | + 7,3 | + 6,2 | + 6,4 | + 7,0 | SSW. | W. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 4 | 33,01 | 31,46 | 30,44 | + 5,1 | + 8,4 | + 5,7 | + 6,1 | + 7,7 | SW. | SW. | SW. | bd. | bd. r. | bd. r. |
| 5 | 32.23 | 32,24 | 32,38 | + 4,2 | + 6,2 | + 4,7 | + 5,8 | + 5,7 | W. | W. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 6 | 32,87 | 33,52 | 34,12 | + 4,9 | + 6,9 | + 6,4 | + 6,5 | + 6,6 | W. | W. | W. | bd. | bd. | bd. |
| 7 | 35,47 | 34,94 | 34,18 | + 4,2 | + 7,3 | + 5,5 | + 6,7 | + 6,4 | W. | W. | S. | ht. | ht. | v. |
| 8 | 32,17 | 31,61 | 30,41 | + 5,5 | + 6,5 | + 5,5 | + 6,3 | + 6,2 | W. | SW. | SW. | v. | v. | v. |
| 9 | 25,94 | 26,61 | 26,92 | + 3,3 | + 4,9 | + 3,3 | + 4,0 | + 4,3 | NW. | W. | W. | bd. r. | bd. | bd. |
| 10 | 25,28 | 25,23 | 25,73 | + 1,7 | + 2,9 | + 2,0 | + 2,9 | + 2,6 | SW. | SSO. | NW. | v. | bd. r. | bd. r. |
| 11 | 28,53 | 29,22 | 29,62 | + 1,9 | + 4,6 | + 2,8 | + 3,8 | + 3,7 | W. | NW. | W. | bd. | ht. | ht. |
| 12 | 32,61 | 33,39 | 34,18 | + 1,2 | + 3,1 | + 1,8 | + 2,5 | + 2,8 | W. | W. | W. | bd. r. | bd. | bd. |
| 13 | 32,79 | 32,22 | 31,82 | + 1,9 | + 5.9 | + 2,8 | + 4,8 | + 5,7 | S. | S. | S. | ht. | ht. | ht. |
| 14 | 31,66 | 31,95 | 31,76 | + 1,8 | + 6,4 | + 5,4 | + 6,2 | + 5,7 | SW. | SW. | SW. | v. | v. | bd. |
| 15 | 32,72 | 32,60 | 31,37 | + 1,6 | + 4,7 | + 1,8 | + 4,3 | + 4,5 | SW. | SW. | SW. | ht. ht. | bd. | bd. |
| 16 | 33,86 | 33,44 | 32,64 | + 2,0 | + 3,8 | + 2,1 | + 3,8 | + 3,2 | W | W | SW. | bd. | v. | bd. |
| 17 | 34,85 | 35,80 | 36,65 | + 2,0 | + 2,7 | + 2,7 | + 2,6 | + 2,7 | NW. | NW. | NNW. | bd. | bd. | v. |
| 18 | 38,11 | 37,96 | 37,14 | + 1,6 | + 4,7 | + 3,3 | + 4,5 | + 4,5 | SW. | SW. | SW. | bd. | bd. | bd. |
| 19 | 38,77 | 38,71 | 38,77 | + 3,8 | + 6,2 | + 4,8 | + 5,8 | + 6,1 | SW. | SW. | SW. | bd. nb. | bd. r. | bd. r. |
| 20 | 38,34 | 38,26 | 38,10 | + 4,9 | + 6,3 | + 4,9 | + 5,6 | + 6,2 | W. | W. | W. | bd. r. | bd. r. | bd. r. |

## (December 1836.)

| Tag. | Barometer bei 0° R. | | | Thermograph. | | Thermometer R. | | | Wind. | | | Wetter. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 9 U. | 12 U. | 3 U. | Min. | Max. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. | 9 U. | 12 U. | 3 U. |
| 21 | 39,06 | 38,63 | 37,98 | + 4,2 | + 5,0 | + 4,3 | + 4,7 | + 4,4 | SW. | SW. | SW. | bd. | bd. | bd. |
| 22 | 38,02 | 37,96 | 37,22 | + 2,9 | + 3,2 | + 3,2 | + 2,8 | + 3,2 | NW. | NW. | NW | bd. | v. | bd. |
| 23 | 27,23 | 27,47 | 29,72 | + 2,5 | + 0,6 | + 4,2 | + 0,4 | + 0,5 | W. | N. | N. | bd. r. | bd. R. Sn. | ht. |
| 24 | 33,69 | 33,96 | 34,08 | — 2,3 | — 1,7 | — 2,2 | — 2,1 | — 2,2 | NO. | NO. | NO. | ht. | ht. | bd. |
| 25 | 34,42 | 34,26 | 34,23 | — 5,1 | — 3,5 | — 4,1 | — 3,8 | — 5,0 | O. | O. | O. | bd. sn. | bd. | bd. sn. |
| 26 | 33,24 | 32,88 | 32,38 | — 6,2 | — 5,3 | — 6,2 | — 5,7 | — 5,5 | O. | O. | O. | bd. Sn. | bd. | bd. |
| 27 | 33,48 | 33,52 | 33,74 | — 6,3 | — 5,0 | — 5,8 | — 5,3 | — 5,5 | NO. | NO. | NO. | bd. | bd. sn. | bd. |
| 28 | 34,64 | 34,86 | 35,24 | — 6,6 | — 4,3 | — 5,7 | — 4,7 | — 5,3 | NO. | NO. | NO. | bd. | bd. | bd. |
| 29 | 36,96 | 37,13 | 37,23 | — 8,5 | — 6,3 | — 7,4 | — 6,3 | — 6,7 | NO. | NO. | NO. | bd. | bd. | bd. |
| 30 | 36,36 | 35,86 | 35,77 | — 9,7 | — 6,4 | — 9,0 | — 6,8 | — 7,4 | NO. | NO. | NO. | bd. sn. | bd. | bd. |
| 31 | 36,64 | 36,91 | 36,88 | — 8,0 | — 5,6 | — 7,0 | — 6,0 | — 5,9 | N. | NNO. | N. | bd. | bd. | bd. |
| | 32,146 | 32,053 | 31,985 | + 3,97 | + 5,28 | + 4,80 | + 5,65 | + 5,63 | Mittel vom 1 bis 10 | | | | | |
| | 34,224 | 34,355 | 34,205 | + 2,27 | + 4,77 | + 3,24 | + 4,29 | + 4,51 | - - 11 - 20 | | | | | |
| | 34,885 | 34,858 | 34,952 | — 3,92 | — 2,66 | — 3,25 | — 2,98 | — 3,22 | - - 21 - 31 | | | | | |
| | 33,788 | 33,791 | 33,754 | + 0,62 | + 2,29 | + 1,44 | + 2,15 | + 2,13 | - - 1 - 31 | | | | | |

Erläuterungen. ht. ht. = ganz heiter; ht. = heiter; w. = wolkig; v. = vermischt; bd. = bedeckt; t. = trübe; n. = neblig; N. = Nebel; r. = regnigt; R. = Regen; Sn. = Schnee; Rf. = Reif; St. = Sturm; st. = stürmisch; G. = Gewitter; Gw. = Gewitterwolken; H. = Hagel. — Höhe des Barometers über dem Straſsenpflaster = 16,5 Par. Fuſs. — Angabe seines Standes, der Ueberschuſs über 300 Par. Lin.



C. Gubrand sc.



